

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Bakalářská práce

2014

Jakub Havránek

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a
biomedicínského inženýrství

Diagnostika vaků transfuzních přípravků
Diagnosis bags transfusion products

2014

Jakub Havránek

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Havránek**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik
Téma: Diagnostika vaků transfuzních přípravků
Diagnosis Bags Transfusion Products

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s problematikou transfuzních přípravků a jejich zpracováním.
2. Seznámení se s optickými metodami pro měření rozměrů a celistvosti objektů.
3. Seznámení se s technologií čárových kódů a algoritmy pro jejich rozpoznávání.
4. Návrh metody pro výstupní kontrolu vaků s transfuzními přípravky.
5. Experimentální ověření navržené metody.
6. Vyhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] OVERFIELD, Joyce, Maureen DAWSON and David HAMER. *Transfusion Science*. 2nd ed. Bloxham, Oxfordshire: Scion, 2008. ISBN 1904842402.
- [2] TROJAN, Stanislav et al. *Lékařská fyziologie*. 4., přeprac. a uprav. vydání. Praha : Grada Publishing, a.s., 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- [3] LEXO VÁ Stanislava et al. *Hematologie pro zdravotní laboranty*. 1.díl. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000, 183 s. ISBN 80-7013-304-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Vala**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2014



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Borec', is written over a light blue rectangular background.

Dne: 5.5.2014

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Valovi, za jeho odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině, přátelům a své přítelkyni za podporu a trpělivost při vytváření této práce.

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.“

Dne: 5.5.2014

.....
Podpis zástupce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou diagnostiky transfuzních přípravků. Hlavním úkolem této práce je zajistit lékařskému personálu v nemocnici rychle a jednoduše pomocí kamery a programu diagnostiku štítků transfuzních přípravků. Tato práce se skládá ze dvou částí. První část pojednává o tom, co obsahují štítky transfuzních přípravků, popisuje se zde čárový kód Code 128 a jsou zde popsány metody čtení čárových kódů a hlavně je tu popsána vnitřní stavba kamery a parametry ovlivňující kvalitu snímání. Druhá část pojednává o výběru nejvhodnější kamery a praktické realizaci vlastní aplikace, kde právě tato aplikace vyhledává a dekoduje čárové kódy na štítku a údaje z nich zjištěné porovná s databází. Aplikace je napsána v jazyce C#.

Klíčová slova

Čárový kód, štítky transfuzních vaků, C#, code 128, kamery, transfuzní přípravky.

Abstract

Bachelor's thesis deals with the diagnosis of the transfusion bag products. Primary goal of the thesis is to ensure for the medical staff to quickly and easily using the camera and program for diagnosis of transfusion product labels. This thesis consists of two parts. The first part deals with what transfusion labels contain, the barcode Code 128 is described there and there are described methods for reading the barcodes and mainly there is described the internal structure of camera and parameters affecting the quality of scanning. The second part deals with the selection of the best camera and practical realization of the custom application, where this very application searches and decodes barcodes on the label and the data found from them compares with the database. Application is written in C#.

Key words

Barcode, labels of transfusion bags, C#, code 128, cameras, transfusion products.

Seznam použitých symbolů a zkratek

ADP	Adenosindifosfát
APS	Active Pixel Sensor
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Americký standardní kód pro výměnu informací)
CCD	Charged Coupled Device
CCTV	Closed Circuit Television
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
EAN	European Article Number (Evropské číslo produktu)
EPC	Electronic Product Code (elektronický kód produktu)
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode
PX	Pixel
QR	Quick Response (doslovný překlad je „rychlá odpověď“)
RFID	Radio Frequency Identification (radio-frekvenční identifikace)
RGB	Red-Green-Blue
Rh faktor	Rhesus faktor
UPC	Universal Product Code (univerzální kód produktu)
USB	Universal Serial Bus
Hb	Hemoglobin

Seznam tabulek

Tabulka 1.: Krevní skupiny.....	6
Tabulka 2.: Dědičnost krevních skupin.....	6
Tabulka 3.: Možnosti krevní transfuze.....	7
Tabulka 4.: Nejpoužívanější standardy čárových kódů.....	12
Tabulka 5.: Hustota čar v kódu v závislosti na šířce modulu X.....	13
Tabulka 6.: Databáze.....	37
Tabulka 7.: Tabulka chybovosti č.1.	38
Tabulka 8.: Tabulka chybovosti č. 2.	39

Seznam obrázků

Obrázek 1.: Složení krve	2
Obrázek 2.: Hemoglobin [2].....	3
Obrázek 3.: Leukocyt [3]	4
Obrázek 4.: Trombocyt [4].....	4
Obrázek 5.: Složení krevní plazmy	5
Obrázek 6.: Krevní vak	8
Obrázek 7.: Štítek transfuzního vaku	9
Obrázek 8.: Etiketa pro zpracovatele plazmy.....	10
Obrázek 9.: Parametry čárového kódu [6].....	13
Obrázek 10.: kód typu Code 128.....	14
Obrázek 11.: Tolerance pro kód Code 128.....	15
Obrázek 12.: Příklad kódu Code 128 [7].....	16
Obrázek 13.: kód typu QR.....	17
Obrázek 14.: 6 verzí QR kódu.....	17
Obrázek 15.: RFID čip využívaný pro zabezpečení zboží proti krádeži [8]	18
Obrázek 16.: čtení kódu pomocí perové čtečky	19
Obrázek 17.: čtení kódu pomocí laserové čtečky	20
Obrázek 18.: Ukázka čtení čárového kódu [3]	20
Obrázek 19.: Ukázka paprsků z omni čtečky [9]	21
Obrázek 20.: Blokové schéma kamery.....	22
Obrázek 21.: Webkamera Genius FaceCam 1010 [11]	27
Obrázek 22.: Schéma zapojení pracoviště.....	31
Obrázek 23.: Schéma vývojového diagramu.....	31
Obrázek 24.: úvodní okno aplikace.....	32
Obrázek 25.: Okno aplikace se spuštěným videem	32
Obrázek 26.: Tabulka s vyhodnocením.....	33
Obrázek 27.: Typy chyb	35
Obrázek 28.: Přidání prvku	35
Obrázek 29.: Schematický koncept pracoviště.....	36
Obrázek 30.: Skutečná realizace pracoviště	36
Obrázek 31.: Graf chybovosti č. 1.....	38
Obrázek 32.: Graf chybovosti č. 2.....	39

Obsah

1	Úvod	1
2	Transfuzní přípravky	2
2.1	Krev	2
2.1.1	Anatomie krve	2
2.2	Krevní skupiny	5
2.3	Rh faktor	6
3	Vaky transfuzních přípravků	8
3.1	Štítky transfuzních přípravků	9
3.1.1	Pro klinické účely	9
3.1.2	Etiketa pro zpracovatele plazmy	10
4	Čárové kódy	11
4.1	Úvod do čárových kódů	11
4.2	Rozdělení kódů	11
4.3	Prvky čárového kódu	13
4.4	Kód typu Code 128	14
4.5	QR kód	17
4.6	Perspektivní řešení	18
5	Metody čtení čárových kódů	19
5.1	Perové čtečky kódů	19
5.2	Laserové skenery	20
5.3	Omni čtečka kódů	21
5.4	Kamery	21
5.4.1	Princip zachycení obrazu	21
5.4.2	Vnitřní stavba kamery	21
5.4.3	Další komponenty kamery	25
5.5	Možnosti snímání obrazu	25
5.5.1	Kvalita obrazu	25
5.5.2	Progresivní skenování	26
5.5.3	Kompenzace světla na pozadí	26
5.5.4	Snímkovací frekvence	26
6	Návrh řešení	27
6.1	Výběr nejvhodnější kamery	27
6.2	Teorie o použitých programovacích jazycích	27
6.3	Získání výsledku	28
6.4	Jednotlivé komponenty v GUI	31
6.5	Realizace pracoviště	36
6.6	Realizace databáze	36
7	Ověření a vyhodnocení	38
8	Závěr	41
	Literatura	43
	Seznam příloh	44

1 Úvod

V dnešní době se čím dál tím více klade důraz na rychlost a efektivitu zpracování dat. Postupná modernizace a automatizace procesu se nevyhnula ani zdravotnictví. Hlavním cílem této práce je diagnostika čárových kódů, které jsou umístěné na štítcích transfuzních přípravků, a následné zpracování těchto výsledků. Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V první, teoretické části je rozepsána anatomie krve, do které spadají červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky a krevní plazma, a je zde zmínka také o krevních skupinách a Rh faktoru. Jako další jsou popsány vaky transfuzních přípravků, štítky využívané pro klinické účely a štítky pro zpracovatele plazmy. V této kapitole jsou ale popsány pouze nejdůležitější informace. Podrobnější popis je obsažen v příloze, ve které je popsáno, jaký typ kódů se musí používat u čárových kódů transfuzních přípravků, jaké musí být rozměry kódů, co musí být vytištěno na štítku, co musí každý kód obsahovat a mnohem více důležitých informací. V další kapitole jsou rozebrány rozdělení a prvky čárového kódu a také je zde hlavně popsán čárový kód Code 128, se kterým se setkáváme na štítkách transfuzních přípravků. Ostatní 1D a 2D typy kódů jako jsou EAN, Code 39, Data Matrix aj. jsou opět popsány v příloze. V poslední kapitole teoretické části jsou popsány metody čtení čárového kódu. Jsou v ní rozepsány metody pro čtení čárového kódu, jako jsou laserové čtečky nebo omni čtečky, ale je zde hlavně popsána nejdůležitější skupina, která je důležitá pro tuto práci, a to jsou kamery. V této části práce je popsána vnitřní struktura kamer a také jejich parametry ovlivňující kvalitu snímaného obrazu.

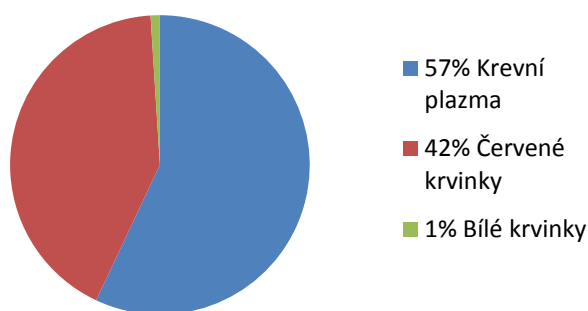
V praktické části je popsán návrh řešení aplikace. Nejprve je rozebráno, jaká nejvhodnější kamera byla použita pro vytvoření této práce. Dále zde jsou popsány použité programovací jazyky a jsou popsány jejich výhody a nevýhody. Jako další je popsáno, jak program získává výsledky z obrazu z použité kamery. V této části jsou popsány i jednotlivé komponenty GUI a je zde popsáno, jak program uživateli informace zobrazuje, jakým způsobem program zpracovává obraz a jakým způsobem aplikace provádí dekodování čárových kódů umístěné na štítku transfuzních přípravků. K databázi, která je umístěna ve Fakultní nemocnici Ostrava (neboť při vývoji této práce se spolupracovalo s Krevním oddělením právě ve Fakultní nemocnici Ostrava), nebylo možné mít přístup, a proto je v práci databáze napsána pouze teoreticky.

Bakalářská práce je uzavřena vyhodnocením získaných výsledků při testování programu, zhodnocením zjištěných poznatků při testování a práce je ukončena závěrem.

2 Transfuzní přípravky

2.1 Krev

Krev je kapalná, viskózní cirkulující tekutina složená z tekuté plazmy a buněk (červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky). Nejdůležitějších funkcí krve je dopravovat živiny jako kyslík, glukózu a stopové prvky do všech tkání v celém těle a zároveň odvádět odpadní produkty jako jsou oxid uhličitý a kyselina mléčná. Má rozhodující význam pro udržení homeostázy. Krev je také důležitým transportním systémem pro abnormální nádorové buňky a různé substance jako aminokyseliny, lipidy a hormony mezi tkáně a orgány.



Obrázek 1.: Složení krve

2.1.1 Anatomie krve

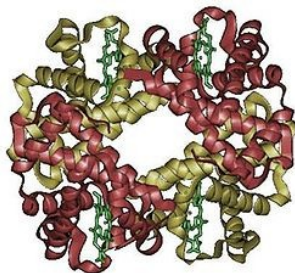
Krev je složena z několika typů krvinek a tyto formované elementy krve tvoří 42% celé krve. Ostatních asi 57% tvoří krevní plazma – nažloutlá tekutina, která je kapalným médiem krve.

Červená krvinka neboli erytrocyt je hlavní složka krve (asi 42% objemu krve). U lidí červené krvinky nemají buněčné jádro, ale u mozolnatců (velbloud) toto buněčné jádro mají. Erytrocyty obsahují červené krevní barvivo hemoglobin, který na sebe váže kyslík v plicích a transportují ho krevním řečištěm do tkání kvůli okysličení. Lidské červené krvinky jsou menší než většina ostatních lidských buněk. Jejich tvar je podobný kouli stlačené ze dvou protilehlých stran. Mají rozměry přibližně $7,4 (+/- 0,5\mu\text{m}) \times 2,1\mu\text{m}$ a uprostřed $0,8\mu\text{m}$. Erytrocyt obsahuje asi 265 milionu molekul hemoglobinu. Ženy mají asi 4,8 milionu erytrocytů v 1mm^3 krve, naopak muži mají ve stejném objemu krve asi o 0,6 milionu erytrocytů více. Lidé žijící ve vyšších polohách (tam kde je nižší atmosférický tlak) mají větší počet erytrocytů v krvi než lidé, kteří žijí v nižších polohách (rozdíl může být až 15%). U zdravého člověka jsou v erytrocytech vázány asi 3,5g železa, což je více, než ve všech ostatních tkáních v lidském těle dohromady.



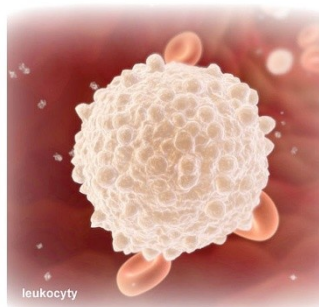
Obrázek 2.: Erytrocyt (různé pohledy) [1]

Hemoglobin (Hb) je červený transportní metaloprotein červených krvinek. Hb představuje 80-95% sušiny erytrocytu. Hemoglobin je tvořen ze dvou složek. První z nich je bílkovina globinu, která na sebe váže barevnou část, kterou nazýváme Hem. Hem obsahuje železo, a proto na sebe váže kyslík v plicích. Tato vazba je ale poměrně slabá, a proto se kyslík bez problému ve tkáních zase uvolňuje. Jak už bylo naznačeno, hlavní funkcí hemoglobinu je transport kyslíku z plic. Ve 100ml krve je asi 16g hemoglobinu. Takovéto množství hemoglobinu dokáže na sebe vázat 20ml kyslíku. Ani při maximální zátěži nedokážou lidské tkáně odebírat takové množství kyslíku. Klidová spotřeba kyslíku je asi 4ml kyslíku za minutu na 100g tkáně. Při velmi těžké práci tato spotřeba stoupá asi na 10ml.



Obrázek 2.: Hemoglobin [2]

Bílé krvinky, jinak nazývané leukocyty (asi 3% obsahu) jsou krevní buňky, které se podílí na fungování imunitního systému. Bílé krvinky mají schopnost bojovat proti virům, bakteriím a jiným patogenům, ale i nádorovým buňkám, vlastně proti všem pro organismus cizím materiálům. Existuje mnoho typů bílých krvinek. U člověka k nespecifické obraně patří makrofágy nebo neutrofily. U většiny živočichů (i u člověka) se vyskytuje druhý typ bílých krvinek tzv. lymfocyty, které vyvíjí úspěšnější metody pro vyhledávání a usmrcování patogenních organismů a nádorových buněk. Leukocyty se vyvíjí především v kostní dřeni ve velkých kostech (stehenní kost), ale také v brzlíku. Pokud bílé krvinky nevykonávají takovou funkci, jakou by vykonávat měly, může to vyvolat velice vážná onemocnění spadající do kategorie autoimunity nebo imunitních nedostatečností. V krvi je asi $4 - 11 \times 10^9$ bílých krvinek na 1 litr krve, tedy mnohem méně než červených krvinek. Leukocyty jsou stálou součástí krve, ale jejich počet poměrně markantně kolísá. Koncentrace bílých krvinek je ovlivněna denní dobou (méně ráno, více odpoledne), fyzickou aktivitou (jejich počet stoupá při fyzické námaze) nebo i při horkém dni při intenzivním slunečním záření, nebo při sníženém množství kyslíku v krvi. Pohlaví má na jejich počet pouze minimální vliv. Jejich počet v 1mm^3 se u zdravého jedince pohybuje od 4 500 do 10 000 a to bez ohledu na to, jakého jsou typu. Z celkového objemu lidské krve (asi 4,5 litru) zaujímají bílé krvinky pouhé 1%.



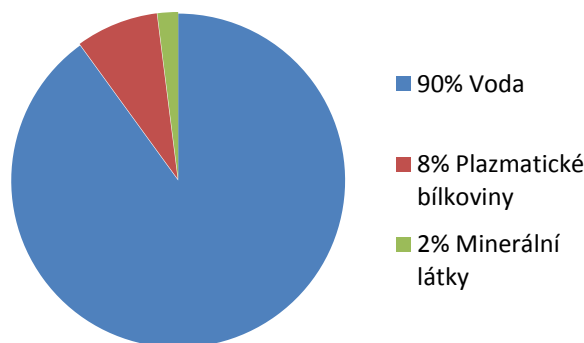
Obrázek 3.: Leukocyt [3]

Krevní destička (trombocyt) je bezjaderné tělíčko se schopností přilnavosti (adhezivity) a shlukování se (agregaci), které se podílí na procesu zástavy krvácení a srážení krve. Celkový počet trombocytů je jen 1% z celkového objemu krve. Trombocyt má oválný tvar o velikosti asi 2 - 4 μm v průměru a silné 0,5 μm . Trombocyty jsou stálou součástí krve. V 1 litru krve je jich asi 150-300 tisíc, což je v poměru k erytrocytům zanedbatelné množství. Při poklesu krevních destiček pod nízkou úroveň začnou játra produkovat hormon trombopoetin, který nám stimuluje tvorbu trombocytů. Při snížení počtu trombocytů dochází k vážným poruchám srážení krve. Tento stav se nazývá trombocytopenie. Životnost krevních destiček je 8-12 dní, poté jsou zničeny ve slezině. Při poranění cévy se obnaží kolagen, vláknitá bílkovina přítomná v mezibuněčné hmotě vaziva. Destičky se váží na kolagen a zároveň jsou aktivovány trombinem, který vzniká při srážení krve, nebo ADP, který je uvolňován ostatními destičkami. Aktivované trombocyty změni tvar a v přítomnosti fibrinogenu, který se na aktivované destičky váže, se shlukují a vytvářejí destičkovou zátku, bílý trombus.



Obrázek 4.: Trombocyt [4]

Krevní plazma je tekutá složka krve (tvoří asi 55% objemu krve, což znamená, že u zdravého člověka tvoří plazma asi 3 – 3,5 litru, tj. 5% tělesné hmotnosti). Má jantarově nažloutlou barvu. Plazma je tvořena z 90% vodou, zbylých 10% tvoří organické látky (8% plazmatické bílkoviny, 1% hormony, enzymy, vitamíny, glukóza a jiné) a anorganické soli (0,9%). Plazma slouží jako prostřední článek pro přenos cukrů, lipidů, hormonů, metabolických produktů, v menší míře i kyslíku a oxidu uhličitého (schopnost přenášet kyslík je mnohem nižší než u hemoglobinu). Je také velmi důležitým článkem pro regulaci acidobazické a osmotické rovnováhy. Při poklesu obsahu bílkovin v plazmě (např. při těžké podvýživě) se z krevního řečiště do tkání dostává příliš mnoho tekutin a důsledkem jsou otoky.



Obrázek 5.: Složení krevní plazmy

2.2 Krevní skupiny

Krevní skupina, neboli krevní typ, je popis vlastností červených krvinek jedince, resp. sacharidů a bílkovin na jejich buněčné membráně. Dvě nejdůležitější klasifikace pro popis lidských krevních skupin jsou AB0 a Rh faktor. Známo je ale dalších asi 50 různých skupin, ale drtivá většina z nich je mnohem méně známa než AB0 a Rh. Krevní skupina je určena pomocí antigenů, které jsou na povrchu erytrocytů. Některé antigeny jsou tvořeny bílkoviny, jiné jsou tvořeny kombinací bílkovin s polysacharidy. Podle nepřítomnosti některých těchto znaků vedou k přirozené produkci příslušných protilátek. Pokud by se podala krevní transfuze neidentické skupině, vedlo by to k okamžité imunologické reakci a shlukování a rozpadu krvinek v darované krvi. Tato darovaná krev by byla organismem odmítnuta, a to by vedlo k chemické reakci a výsledný produkt této reakce by způsobil akutní problém, který by mohl vést až k hemolytické anémii, selhávání ledvin, šoku a nakonec i smrti. Nejdůležitější kritérium pro dělení krve do skupin je tzv. systém AB0. Lidská krev se dělí podle přítomnosti antigenů (aglutinogenů) A a B. V každé skupině jsou charakteristické kombinace protilátek (aglutinínů) oproti chybějícím antigenům.

- krev typu A, obsahuje antigen A a protilátky anti-B
- krev typu B, obsahuje antigen B a protilátky anti-A
- krev typu AB, obsahuje antigeny A i B a neobsahuje protilátky anti-A ani anti-B
- krev typu 0, neobsahuje antigeny A ani B a obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Nejčastěji vyskytovaný krevní typ je typ 0. v České republice se nejčastěji vyskytuje typ A. Typ AB je nejméně častý. Podle zdroje [5] je uveden tento podíl krevních skupin: 45% populace má skupinu A, 30 – 35% skupinu 0, 15-20% skupinu B a 5-7% má krevní skupinu AB. Přesný důvod, proč lidský organismus vytváří protilátky k antigenu, se kterým se nikdy předtím nesetkal, není vědecky popsán. Předpokládá se, že určité bakteriální antigeny jsou stejné u glykoproteinů A i B a protilátky vytvořené proti těmto bakteriím reagují s krví cizího typu.

Tabulka 1.: Krevní skupiny

skupina	Antigen (aglutinogen)	protilátka (aglutinin)	Aglutinace protilátek v plasmě s krvinkami skupin	četnost v ČR
A	A	anti-B	B, AB	43%
B	B	anti-A	A, AB	14%
AB	A+B	-	žádná	5%
0	H	Anti-A, Anti-B	A, B, AB	38%

Tabulka 2.: Dědičnost krevních skupin

Dědičnost krevních skupin				
Matka\Otec	0	A	B	AB
0	0	0, A	0, B	A, B
A	0, A	0, A	0, A, B, AB	A, B, AB
B	0, B	0, A, B, AB	0, B	A, B, AB
AB	A, B	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB

2.3 Rh faktor

Kromě antigenů A a B je v červených krvinkách i systém antigenů, který označujeme Rh – systém. Název Rh je odvozen ze jména *Maccacus rhesus* – vřešťan rezavý. Jde o běžnou laboratorní opici, u které byl systém poprvé zjištěn. Rh systém je složen ze 13 antigenů, z nichž nejvýznamnější je antigen D. Člověka, který má ve svých červených krvinkách aglutinogen D, označujeme jako Rh pozitivní - Rh+. Při nepřítomnosti D aglutinogenu mluvíme o jedinci Rh negativní – Rh-. (správněji D-pozitivní a D-negativní). Proti antigenu existují protilátky – aglutininy. Protilátky se využívají ke stanovení antigenu D, a tím Rh faktoru pozitivního a negativního podobně jako u krevních skupin. Asi 80% příslušníků naší populace je Rh pozitivní. Při transfuzi je zapotřebí Rh faktor respektovat, protože v případě, že je podána negativnímu pacientovi Rh pozitivní krev, vytváří jeho organismus protilátky proti podané krvi a dochází k hemolýze. Při větším množství převedené krve nebo při opakovaných transfuzích množství protilátek v krvi příjemce stoupá a hemolýza krve je značná. Nebezpečí je největší u těhotných Rh- (negativních) žen, které čekají dítě mající krev Rh pozitivní (tj. dítě které po otci zdědilo antigen D; otec je Rh pozitivní). Nebezpečí postižení plodu je zpravidla až při opakovaných těhotenstvích. Kombinace Rh+ otce a Rh- matky u nás připadá asi na 15% těhotenství. Matka při této kombinaci proti antigenu D v krvi dítěte tvoří aglutininy, které prostupují placentou do oběhu dítěte a působí hemolýzu červených krvinek plodu. Při opakovaném těhotenství se protilátek (aglutininu) nahromadí velké množství a hemolýza u plodu je těžkého stupně. Dítě se rodí s novorozeneckou žloutenkou – v neléčených případech plod odumře ještě v děloze. Léčba těžších případů spočívá v podávání protilátek těhotným a v krajních případech by přicházela v úvahu výměna hemolyzované krve plodu nebo novorozence.

Tabulka 3.: Možnosti krevní transfuze

dárce →	0-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0+		-		-		-		-
	B-			-	-			-	-
	B+				-				-
	A-					-	-	-	-
	A+						-		-
	AB-							-	-
	AB+								-
		0-	0+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
		příjemce ↓							

- Tam kde je pomlčka je transfuze uskutečnitelná.

3 Vaky transfuzních přípravků

Vaky transfuzních přípravků (dříve používané a dnes již zastaralé pojmenování Krevní konzervy) se využívají k uchování krve nebo krevní plazmy. Existují 4 druhy vaků:

- Jednoduchý vak - na odběr plné krve
- Dvojvak - jeden vak je odběrový a druhý je satelitní, který se využívá na přípravu erytrocytového koncentrátu a plazmy
- Trojvak - jeden odběrový a dva satelitní vaky
- Čtyřvak - jeden odběrový a tři satelitní vaky pro erytrocyty, trombocyty a pro krevní plazmu

Satelitní vaky se využívají k oddělení jednotlivých složek krve, a to tak, že do odběrového vaku se od pacienta odebere požadované množství krve. Poté se pomocí centrifugy jednotlivé složky od sebe oddělí, vaky se vyjmou a pomocí tzv. krevních lisů se z odběrového vaku, který se umístí mezi dvě plochy, vytlačí tyto oddělené složky do satelitních vaků.



Obrázek 6.: Krevní vak

Standardní transfuzní přípravky

Plná krev – je krev dárce odebraná do přiměřeného množství konzervačního roztoku v plastovém vaku. Krev může být přímo podána nebo může být použita k dalšímu zpracování. Uchovává se při teplotě +4°C po dobu 21 – 35 dní (podle použitého konzervačního roztoku). Používá se při ztrátách krve více než 50% za 24 hodin.

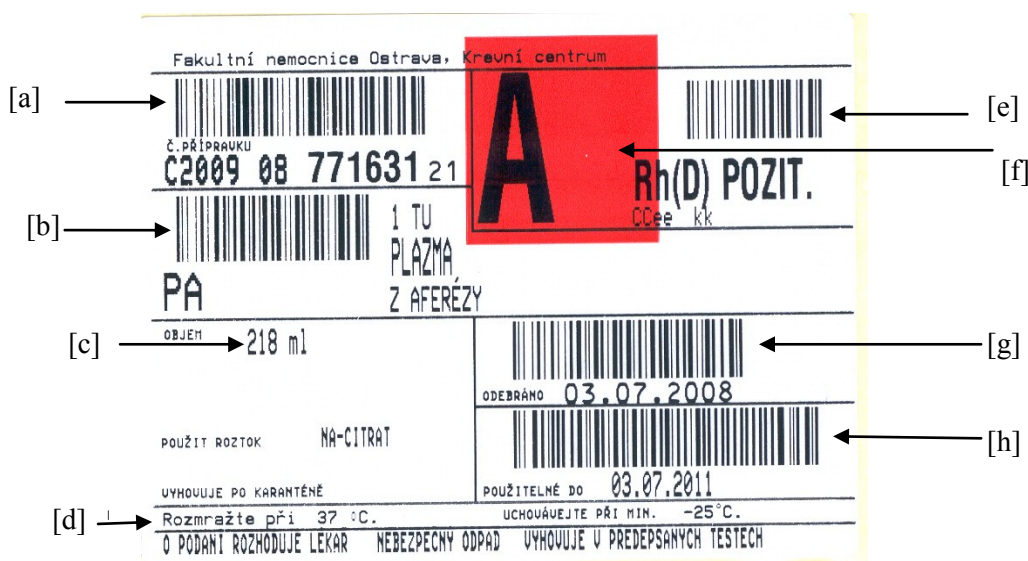
Erytromasa – je transfuzní přípravek obsahující červené krvinky, které zůstávají po odsátí plazmy. Přidává se resuspenzní roztok, čímž se sníží viskozita jejich koncentrátu. Nejčastěji se používají roztoky – SAG-M a ADSOL. V roztoku SAG-M je možné uchovávat erytrocyty 35 – 42 dní, v roztoku ADSOL 42 dní při teplotě +4°C. Používá se ke zvýšení objemu pro přenos kyslíku.

Trombocytový koncentrát – krevní destičky v plazmě, které se připravují z jednotky celé krve (od náhodných dárců), nebo metodou trombocytoferézy (od jednoho dárce). Trombocyty se mohou uchovávat za stálého promíchávání při teplotě 22°C ve speciálních vacích 5 dní. Musí mít udržené pH v rozmezí 6,0 – 7,4. Používá se při nedostatku krevních destiček.

Čerstvá zmražená plazma – získává se z odběrů celé krve nebo metodou plazmaferézy. Do-
ba použitelnosti je závislá na teplotě skladování.

3.1 Štítky transfuzních přípravků

3.1.1 Pro klinické účely



Obrázek 7.: Štítek transfuzního vaku

Na tomto oskenovaném štítku lze vidět na levé straně číslo transfuzního přípravku [a], typ transfuzního přípravku [b], objem krve (plazmy), která je ve vaku [c], údaje o teplotě [d] (obsahuje údaje při jaké minimální teplotě se musí vak skladovat a naopak při jaké teplotě se musí rozmrazit). Na pravé straně je čárový kód pro krevní skupinu. Pokud se jedná o krevní skupinu, která je negativní, tak se tento popis vyskytuje v černém poli s velkými bílými tiskacími písmeny, pokud je pozitivní, bude zapsán pouze velkými tiskacími černými písmeny [e]. Toto opatření je vytvořeno kvůli rychlé vizuální kontrole. Nalevo od krevní skupiny je velké písmeno v barevném poli [f]. Toto pole je zde také kvůli rychlé a jednoznačné vizuální identifikaci o jakou krevní skupinu jde (krevní skupina A má červené pole, B má zelené, 0 má žluté a krevní skupina AB má bezbarvé pole). Dále zde vidíme datum výroby [g] a datum expirace [h].

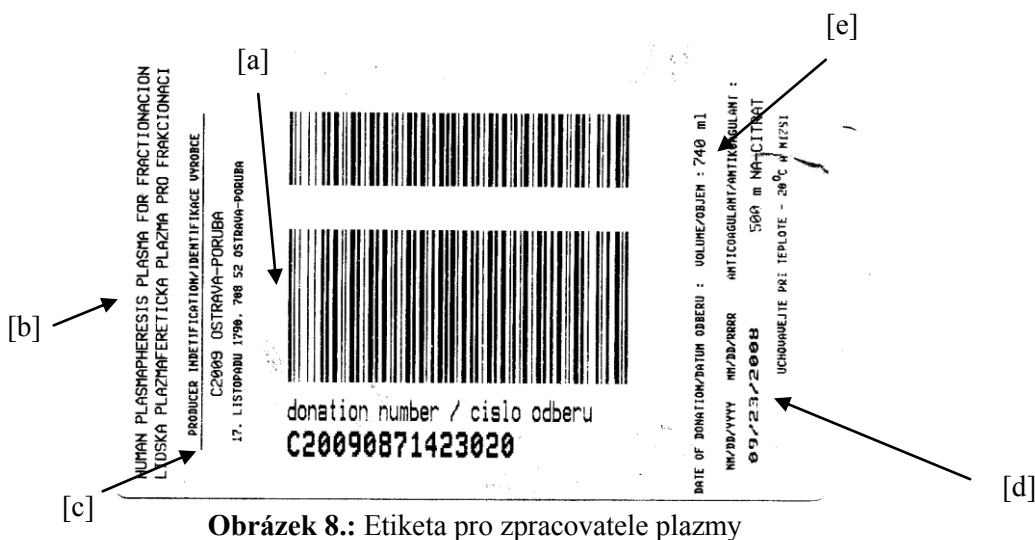
Na štítku transfuzního přípravku se uvádějí údaje specifikované vyhláškou, která se nazývá Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky ročník 2003. Níže jsou uvedené nejdůležitější údaje, detaily jsou uvedeny v příloze, kde je uveden celý tento Věstník.

Na konečném štítku transfuzních přípravků se uvádí:

- základní textové údaje
 - název a sídlo výrobce
 - evidenční číslo přípravku
 - název přípravku

- krevní skupina AB0, Rh(D)
- množství přípravků
- způsob odběru a zpracování
- datum odběru
- doba použitelnosti
- pokyny pro skladování
- upozornění
- doplňkové textové údaje
 - další antigeny erytrocytů
 - údaje pro rychlou evidenci
 - další vyšetření
 - údaje výrobce vaku
- čárový kód (na konečném štítku transfuzního přípravku se doporučuje s podobě čárového kódu uvádět)
 - evidenční číslo přípravku
 - název přípravku
 - krevní skupina AB0, Rh(D)
 - datum odběru

3.1.2 Etiketa pro zpracovatele plazmy



Obrázek 8.: Etiketa pro zpracovatele plazmy

Zde můžeme vidět štítek vaku, který se posílá dále mimo Fakultní nemocnici Ostrava, pro zpracovatele plazmy. Na levé straně lze vidět, co tento vak obsahuje (lidská plazmaferetická plazma pro frakcionaci) [b] a identifikaci výrobce [c]. Na středu etikety jsou dva čárové kódy [a], které jsou totožné. Na pravé straně jsou doplňující informace jako je datum odběru [d], objem [e] a optimální skladovací teplota. U všech českých nápisů na tomto štítku je za lomítkem za tímto textem uveden anglický překlad kvůli mezinárodní spolupráci.

4 Čárové kódy

4.1 Úvod do čárových kódů

Problematika čárových kódů spadá do oblasti automatické identifikace. Tato identifikace se velice rozšířila s rozvojem výpočetní techniky a další rozšiřování počítačů tento trend jen podporuje. První patent na kruhový čárový kód přihlásil Američan N. J. Woodland roku 1949. Jednalo se o patent, který měl urychlit odbavení zákazníků u pokladen supermarketů. Od té doby můžeme pozorovat obrovský rozvoj v tomto odvětví. V roce 1973 byla přijata symbolika UPC (Universal Product Code) na jednotné označování výrobků a čárový kód se tak definitivně ujal ve světě. V Evropě (a také v tehdejší Československu) se čárový kód poprvé zavedl v roce 1976 se zavedením symboliky EAN (European Article Numbering) a sním spojených závazných doporučení a norem. Kód EAN musí být vždy zaregistrovaný.

Při zpracování čárových kódů jsou kladeny vysoké nároky na zařízení, která sloužící k přenosu a sběru dat. Prvky automatické identifikace by správně měli eliminovat rizika lidských chyb při zpracování a zajistit tak vysokou spolehlivost i v těch nejnáročnějších podmínkách. Použití čárových kódů je jednoduché a cenově nenáročné. Vyznačuje se všeobecným použitím s možností aplikace na téměř jakýkoliv materiál (plast, papír, textil, kov, keramika, dřevo a jiné).

Čárové kódy jsou vytvořeny pomocí černotisku s vtištěnými pruhy, které jsou na sebe rovnoběžné. Ke čtení čárových kódů se používá široké spektrum snímacích zařízení (snímací pera, CCD scannery, laserové scannery – ruční, automatické, přenosné). Čtecí zařízení musí splňovat přísné nároky jako je rozsah provozních teplot, nízká spotřeba energie, ergonomie, mobilita, vysoká přesnost a spolehlivost snímání. Čtení může být plně automatizováno nebo poloautomatizováno. Vždy záleží na nárocích, jaké jsou na celý systém kladeny. Spolehlivost a efektivita při snímání dat pomocí čtecích zařízení je mnohonásobně větší než ruční zadávání.

Každý čárový kód je tvořen sekvencí čar a mezer s předem definovanou šířkou. Ty jsou při čtení kódu převáděny na posloupnost elektrických impulsů různé šířky. Informace nemusí být uložena jen v tištěné formě, ale může být uložena i v bílé mezeře mezi těmito pruhy. Krajní skupiny čar (pruhů) mají velice specifický význam a velice důležitou funkci – slouží totiž jako synchronizační znaky pro čtení znaků, které podle těchto pruhů generují signál start a stop. Kvůli technické propracovanosti zařízení je nutné, aby v určitém pásmu před a za synchronizačními znaky bylo světlé pásmo kvůli schopnosti přístroje bezproblémově identifikovat a přečíst čárový kód. V dnešní době se začínají rozšiřovat a přechází se na tzv. RFID kódy prakticky ve všech odvětvích. [6]

4.2 Rozdělení kódů

V dnešní době je vynalezeno (definováno) více než 200 různých standardů čárových kódů. Některé jsou všeobecně rozšířené, jiné jsou vhodné pouze pro určité průmyslové odvětví nebo se používají jen v určité lokalitě. Výběr čárového kódu je podmíněn řadou faktorů, především použitou tech-

nologii (tisk, materiál, ...) a požadavky na kódovaná data. Čárové kódy lze rozdělit do několika základních skupin.

- Podle znaků, které je schopen zakódovat
 - Kódy numerické
 - Kódy numerické se speciálními znaky
 - Kódy alfanumerické
 - Kódy úplné alfanumerické (full-ASCII)
- Podle délky čárového kódu
 - Kódy s pevnou délkou
 - Kódy s variabilní délkou
- Podle oblasti použití
 - Kódy používané v průmyslu
 - Kódy používané v obchodech
 - Speciální kódy pro armádu, zdravotnictví, ...

Vývoj čárových kódů poukázal na to, že ideální čárový kód by měl mít tyto parametry:

- Rozsáhlý soubor znaků
- Automatická kontrola načtení (např. pomocí kontrolního znaku)
- Konstantní šířka kódu znaku
- Stejný počet čar a mezer pro všechny znaky
- Jednoduchá struktura kódu (dvě různé šířky kódu – široká a úzká čára(mezera))
- Tolerance při tištění kódu a z toho plynoucí tolerance při dekodování
- Vysoká hustota kódu (minimální pokrytý prostor)

Tabulka 4.: Nejpoužívanější standardy čárových kódů

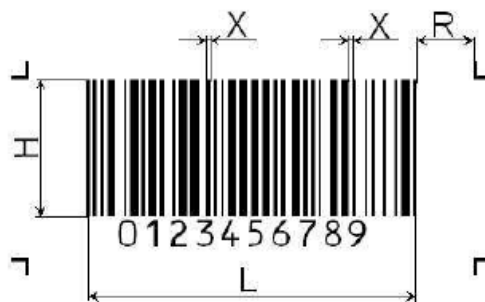
Název	Počet znaků	Typ	Délka	Použití
UPC A	10	1	12	obchod (USA, Kanada)
UPC E	10	1	8	obchod (USA, Kanada)
EAN 8	10	1	8	obchod (Evropa)
EAN 13	10	1	13	obchod (Evropa)
Code 2/5	10	1	variabilní	technika
Codebar	16	1 + S	variabilní	fotoprůmysl, knihovny
Code 39	43	1 + S + A	variabilní	všeobecné použití, farmacie
Code 93	43	1 + S + A	variabilní	farmacie, elektrotechnika
Code 128	128	1 + S + A + a	variabilní	technika, farmacie, medicína

Legenda: 1 – numerický typ, S – speciální znaky, A – velká písmena, a – malá písmena

Volba čárového kódu tedy hlavně závisí na tom, které znaky jím potřebujeme vyjádřit. Nejrozšířenějšími čárovými kódy jsou Code 39, UPC a EAN. Rozšiřující se skupinou čárových kódů jsou

dvojrozměrné kódy, které zobrazují informace ve více řádcích a dosahují tak vysoké hustoty dat na menší ploše.

4.3 Prvky čárového kódu



Obrázek 9.: Parametry čárového kódu [6]

X (šířka modulu) – jde o nejužší element kódu, tedy vlastně o nejmenší přípustnou šířku pruhu nebo mezery mezi pruhu.

R (světlé pásmo) – doporučuje se minimálně desetinásobek šířky modulu, nejméně však 2,5mm.

H (výška kódu) – udává svislý rozměr pásu kódu, doporučeno je minimálně však 20% z délky pásu u čtení kódu laserem. Pro kód EAN je doporučeno 75% délky pásu.

L (délka kódu) - obsazená délka pásu od první značky Start po poslední značku Stop, ale bez světlého pásma

C (kontrast) – je poměr rozdílu jasu odrazu pozadí a odrazu čáry k jasu odrazu pozadí, pro uspokojivě čitelný kód by měl přesahovat 0,7

Tabulka 5.: Hustota čar v kódu v závislosti na šířce modulu X

Hustota	Šířka modulu v mm
Velmi vysoká hustota	$X < 0,19$
Vysoká hustota	$0,19 < X < 0,24$
Střední hustota	$0,24 < X < 0,30$
Nízká hustota	$0,30 < X < 0,50$
Velmi nízká hustota	$X > 0,50$

Jeden a ten stejný čárový kód může být vyhotoven v několika různých velikostech. Velikost kódu závisí od toho, jaká hodnota modulu X se zvolí. Čím je modul menší, tím jsou kladeny i větší nároky na čtecí zařízení i kvalitu tisku čárového kódu. Podle hustoty zápisu rozlišujeme tři hlavní skupiny.

- High Density (vysoká hustota)
- Medium Density (střední hustota)
- Low Density (nízká hustota)

Je zřejmé, že požadavek na provedení kódu je závislý na technice tisku a na citlivosti snímá-
cích zařízení, která jsou konstruována pro určitou hustotu tohoto kódu. Citlivost čtecích zařízení se
udává v [mils], jedná se o 1/1000 palce tzn., že po přepočtu je to 0,0254 mm.

Na to, aby mohl být kód úspěšně přečten, musí splňovat také jednu velmi důležitou podmínku,
to je kontrast. Tato hodnota je definována jako poměr mezi rozdílem odrazu pozadí a odrazu čárky
k odrazu pozadí.

$$C = \frac{\text{Odraz pozadí} - \text{Odraz čárky}}{\text{Odraz pozadí}} \geq 0,7$$

Při dodržení uváděných kvalitativních podmínek, jsou čárové kódy vysoce spolehlivým nástro-
jem. Chyby se při čtení téměř nevyskytují. Pokud je čárový kód nějakým způsobem poškozen (naruše-
na je sekvence čar a mezer), nedojde k rozpoznání čárového kódu, data nejsou přečtena. Takové pří-
pady nastanou při mechanickém poškození kódu, nekvalitním tisku atd.

4.4 Kód typu Code 128

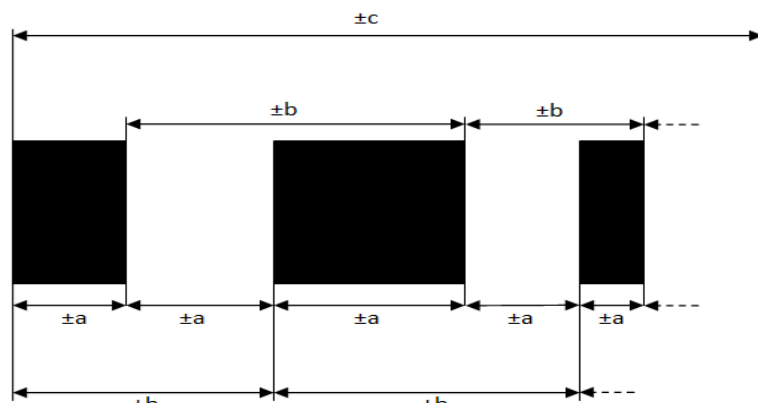


Obrázek 10.: kód typu Code 128

Kód Code 128 vyvinula v roce 1981 firma Computers Identics. Jedná se o alfanumerický kód
s variabilní délkou. Tento kód je tvořen 128 ASCII znaky, 4 speciálními znaky, 4 řídicími znaky, 3
start a 1 stop znakem. Code 128 má celkem tři sady znaků níže označované jako kód A, B, C. Sada A
obsahuje numerické znaky, znaky velké abecedy, řídicí a speciální znaky. Sada B obsahuje znaky nu-
merické, znaky velké i malé abecedy, řídicí a speciální znaky. Sada C obsahuje dvojice numerických
znaků od 00 do 99, řídicí a speciální znaky. Pomocí této sady je možné kódovat numerická data
s dvojnásobnou hustotou. Jednotlivé znaky jsou kódovány 3 čárkami a 3 mezerami s 11 modulovaný-
mi šířkami, výjimku tvoří stop znak, který je dlouhý 13 modulovaných šířek. Kód má vysokou infor-
mační hustotu na jednotku délky. Je vhodný pro tisk kódů různými technikami. U Code 128 jsou defi-
novány tři toleranční hodnoty. První definuje toleranci čárky nebo mezery. Druhá definuje toleranci po
sobě jdoucích čar nebo mezer. Třetí definuje toleranci po sobě jdoucích kódů znaku. U kódů s šířkou
modulu $X < 0,19$ je hodnota tolerance užší. [7]

Tolerance	$a = \pm (0,4 \times X - 0,012)$ [mm]	
	$a = \pm (0,33 \times X)$	[mm]
	$b = \pm (0,2 \times X)$	[mm]
	$c = \pm (0,2 \times X)$	[mm]

Platí pro $X < 0,19$



Obrázek 11.: Tolerance pro kód Code 128

Výpočet délky kódu je možné provést podle vzorce:

$$L = 2 \times R + 11 \times NABC \times X + 11 \times NC \times X + 24 \times X$$

NABC	- počet kódovaných znaků sady A, B, C
NC	- počet kódovaných numerických dvojic znaků sady C
L	- délka kódu včetně světlého pásma v [mm]
X	- šířka modulu v [mm]
R	- šířka světlého pásma, která musí být minimálně $10 \times X$

Výpočet kontrolního znaku se provede tak, že jednotlivé znaky zavážíme a přiřadíme referenční hodnotu z tabulky. Je třeba poznamenat, že do výpočtu vstupuje i startovací znak, jemuž se přiřadí hodnota jedna. Kódovaný řetězec zavážíme zleva doprava od jednotky výše, přiřadíme referenční hodnoty, provedeme součet součinů a pokračujeme postupem Modulo 103. Zbytek tvoří kontrolní číslo. [7]

Příklad:

Krok 1

Kódovaný řetězec	'Code 128'
Váhový faktor	1 2 3 4 5 6 7 8
Referenční hodnoty	104 35 79 68 69 00 17 18 24
Součin a součet	$(1 \times 104) + (1 \times 35) + (2 \times 79) + (3 \times 68) + (4 \times 69) + (5 \times 00) + (6 \times 17) + (7 \times 18) + (8 \times 24) = 1197$

Krok 2

Modulo 103	$1197 \div 103 = 11$ zbytek 64
Kontrolní znak	'
Výsledný řetězec	'Code 128''

Příklad kódu Code 128:



Obrázek 12.: Příklad kódu Code 128 [7]

Speciální a řídicí znaky kódu Code 128 slouží jako příkazy pro dekodér. Pomocí znaků kód A, kód B, kód C a SHIFT je možné průběžně měnit výběr znakové sady Code 128. Použitím znaku kód A se budou následující znaky interpretovat jako znaky sady A. Použitím znaku sady B nebo kód C volíme odpovídající znakovou sadu. Nová znaková sada je platná do následující změny. Znakem SHIFT přepínáme mezi sadami A a B, obdobně jako na klávesnici počítače.

Kód A, kód B, kód C a SHIFT jsou speciální znaky
FNC1, FNC2, FNC3, FNC4 jsou řídicí znaky

Znaky FNC1 až FNC4 slouží pro speciální účely.

Znak FNC1 je rezervován pro použití kódu v systému EAN.
Znak FNC2 odevzdává dekodéru příkaz, aby doposud přečtená data uložil v dočasné paměti a jejich přenos uskutečnil až po dalším čtení.
Znak FNC3 je rezervován pro potřeby řízení dekodéru.
Znak FNC4 je rezervován pro speciální použití

Pro použití znaků Start, kód a změna se doporučují dodržet tyto zásady:

- Začínají-li údaje čtyřmi nebo více numerickými znaky, použije se pro začátek Start (kód C). Vyskytne-li se v datech znak před malým písmenem, použije se Start (kód A). V jiných případech se použije Start (kód B).
- Je-li použit Start (kód C) a data začínají lichým počtem numerických znaků, použije se před posledním znakem kód A nebo B, Jinak platí zásady uvedené v předchozím bodě.
- Jestliže se vyskytnou při aplikaci sady A nebo B čtyři nebo více číslic, postupuje se následovně
 - Je-li počet číslic sudý, zařadí se kód C před první znak
 - Je-li počet číslic sudý, zařadí se kód C za první znak

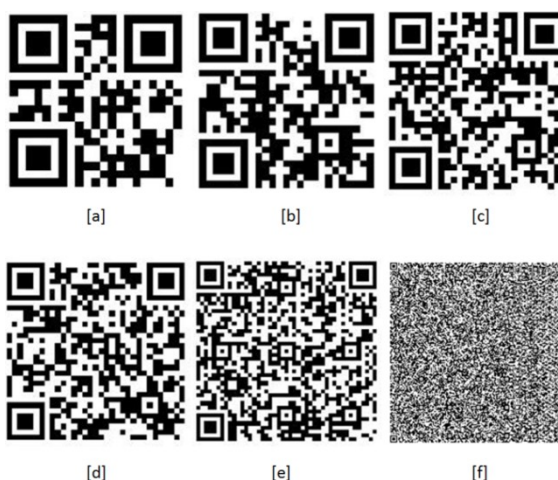
- Jestliže se aplikuje kód B a v datech se vyskytuje řídicí znak, že po řídicím znaku následuje malé písmeno před dalším řídicím znakem, vloží se znak SHIFT před řídicí znak. Jinak se vloží před řídicí znak kód A.
- Jestliže se při aplikaci sady A vyskytne v datech malé písmeno a v případě, že po malém písmenu následuje znak řídicí před dalším malým písmenem, vloží se znak SHIFT před malé písmeno.
- Jestliže je zvolena sada znaků C a v datech se vyskytuje jiný než numerický znak, vsune se kód A nebo B před nenumernický znak dle zásady uvedené v prvním bodě.

4.5 QR kód



Obrázek 13.: kód typu QR

QR code, neboli QR kód je dvojrozměrný kód, který je zapsán do čtverce. Tato zkratka QR vznikla z anglického sousloví Quick Response (v doslovném překladu znamená Rychlá Odpověď). Tím, že je tento kód dvojrozměrný (2D), musí mít ve svých 3 rozích (vrcholech) poziční znaky (symboly) ve formě soustředěných čtyřúhelníků. Ve čtvrtém vrcholu má značku ve tvaru menšího čtyřúhelníku a ve spojnicích mezi těmito 4 hraničními znaky úsečky tvořené střídavě bodem a mezerou. Ve verzi micro QR některé prvky chybí, aby bylo možné zaznamenat menší objem dat na menší fyzické rozměry, což lze vidět právě na obrázku 13. Tento systém má velice vyspělý systém kontroly chyb, neboť umí znova obnovit 7 – 30% již ztracených dat (úroveň L - Low umí obnovit až 7% dat, úroveň M – Medium umí obnovit až 15% dat, úroveň Q – Quartile umí obnovit až 25% dat a úroveň H – High umí obnovit až 30% dat). Rozdělení kódů podle velikosti lze vidět na obrázku 14.



Obrázek 14.: 6 verzí QR kódu

První obrázek [a] je verze 1 s rozlišením 21×21 bodů a obsahuje 6 znaků. Na druhém obrázku [b] je verze 2 (25×25 bodů) a obsahuje 18 znaků. Třetí obrázek [c] je verze 3 (29×29 bodů) a je v něm zakódováno 36 znaků. Na 4. obrázku [d] je verze 4 (33×33 bodů) a v jeho obsahu je 54 znaků. Na 5. obrázku [e] je verze 10 (57×57) a tento QR kód obsahuje 138 znaků. Na 6. obrázku [f] je verze 40 s rozlišením 177 x 177 a v tomto kódu je zakódováno několik tisíc znaků. Pokud budeme mít QR kód verze v , o délce strany $n = 17 + 4 \times v$ může data zaznamenat do $n^2 - 193 - 2 \times (n - 16)$ bodů. Do jednoho QR kódu - obrazce je možné uložit velké množství informací. Binárně je možné uložit do obrázku až 3 000 bajtů, to se rovná 1 500 čtverečkům obsažených v obrazci. Do QR kódu se tak vejde až 7 000 číslic, nebo text o délce 4 300 znaků.

QR kódy zpravidla obsahují internetovou adresu nebo nějaké kontaktní informace (např.: kontaktní informace o podnikatelské činnosti na vizitce). Noviny mohou doplnit článek tímto kódem, a tím čtenáři zobrazit dodatečné informace, které se buď do textu nevlezly, nebo nejsou důležité ale jen rozšiřující. QR kódy jsou v dnešní době velice populární a nejvíce se využívá v marketingu.

4.6 Perspektivní řešení

RFID neboli identifikace pomocí rádiové frekvence (Radio Frequency Identification) je novější generace kódů pro identifikaci (např. zboží v obchodech). Slouží pro bezkontaktní komunikaci na krátkou vzdálenost. Díky této metodě můžeme zboží zabezpečit proti krádeži (tuto technologii můžeme vidět v každém druhém obchodě v obchodních centrech).

Čipy jsou v provedení jen pro čtení nebo pro čtení i zápis. Využívá se frekvence 123 kHz, 134 kHz a 13,56 MHz. V některých státech se dají používat i další frekvence jako 868 MHz (v Evropě) a 915 MHz (v Americe).

Pasivní RFID jsou konstruovány tak, že vysílač (snímač, čtečka) periodicky vysílá do okolí elektromagnetické pulsy. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije přijímanou energii k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Pasivní čipy dokážou vysílat buď jedno číslo (elektronické číslo produktu EPC) určené při jejich výrobě, nebo disponují navíc ještě dodatečnou pamětí, do které lze zapisovat a číst další informace (například v případě elektronické peněženky).

Aktivní RFID se používá méně často než pasivní systém RFID. Jsou totiž složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení a jsou schopny samy vysílat svou identifikaci. Kromě svého identifikačního čísla mají většinou prostor pro další informace, které (na podnět obdobný výzvě pro identifikaci) dokážou ukládat nebo odeslat spolu s identifikačním číslem.



Obrázek 15.: RFID čip využívaný pro zabezpečení zboží proti krádeži [8]

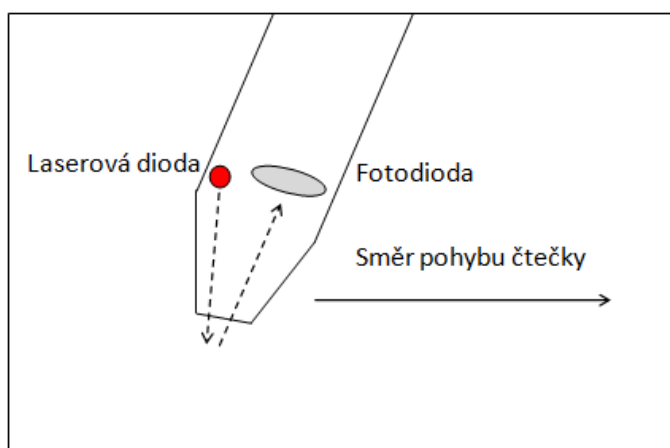
5 Metody čtení čárových kódů

Metody čtení čárových kódů jsou určeny druhem kódu, umístěním pracoviště, tak i potřebou pro konkrétní operaci. Zařízení pro dekódování můžeme rozdělit do několika skupin.

- Čtečky na principu pera - tato metoda je založena na tom, že uživatel přejede perovou čtečkou přes čárový kód.
- Poloautomatické ruční čtečky - zde již uživatel nemusí přejíždět přes kód, ale je nutné čtečku držet ve specifikované vzdálenosti od kódu.
- Připevněné čtečky pro automatické čtení kódů - princip je založen na tom, že čtečka je fixována a např. zboží pokračuje okolo čtečky po páse a kód je snímán a zaznamenáván automaticky. Stále je nutné systém navrhnout tak, aby kód byl vždy na správné straně zboží a v definované vzdálenosti.
- „Čtecí brány“ pro automatické skenování kódu - kód musí být umístěn tak, aby „brána“, kterou zboží projde, mohla i v krátkém časovém úseku kód zachytit a úspěšně jej dekódovat. [9]
- Kamery

5.1 Perové čtečky kódů

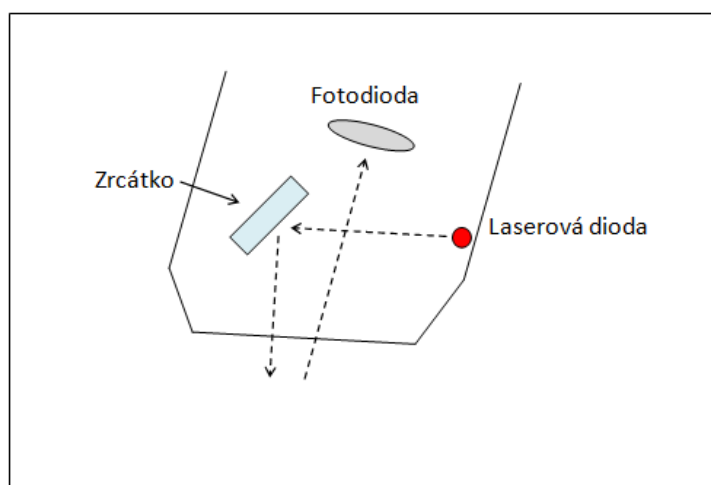
Tyto čtečky obsahují zdroj světla a fotodiodu, která tento zdroj světla detekuje. Oba tyto prvky jsou umístěny na hrotu pera. Je důležité, aby se operátor s hrotem pera posunul přes celou délku kódu. Zdroj světla generuje světlo a to se odráží s různou intenzitou od kódu (bílá místa pohlcují méně světla než naopak tmavá místa) a na základě tohoto odrazu se generuje na fotodiodě napěťová vlna, pomocí které se následně vyhodnocuje, jaká informace je v kódu obsažena.



Obrázek 16.: čtení kódu pomocí perové čtečky

5.2 Laserové skenery

Laserové scannery pracují prakticky na stejném principu jako čtečky perové. Rozdíl je ve zdroji světla, který je ze skeneru vyzařován. Je zde použita laserová dioda jako zdroj světla, která nám vytvoří paprsek a pomocí kmitajícího zrcátka nebo rotujícího hranolu se tento paprsek promítne na kód, který chceme skenovat. Princip zachycení odraženého světla je stejný jako u perové čtečky (je zde fotodioda citlivá na světlo). Světlo je zde emitováno a laděno na specifickou frekvenci a fotodioda je konstruována jen na detekování tohoto modulovaného světla. Výhodou těchto čteček oproti perovým čtečkám je vtom, že přes celou délku kódu se tato čtečka nemusí přesouvat, neboť velikost paprsku je dána vzdáleností čtečky od kódu (tzn., že volbou vhodné vzdálenosti jsme schopni rozprostřít paprsek po celé délce kódu).



Obrázek 17.: čtení kódu pomocí laserové čtečky

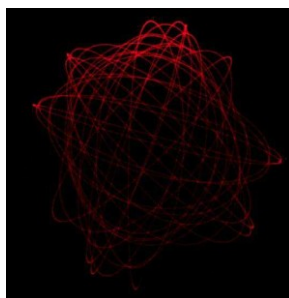


Obrázek 18.: Ukázka čtení čárového kódu [3]

Paprsek čtečky nemusí být kolmo ke kódu, neboť poměr velikosti mezer a čar je zachován. Pod kódem je zakresleno, jak bude vypadat výstupní graf, který se bude zpracovávat.

5.3 Omni čtečka kódů

Tyto čtečky sou vlastně jen složité laserové scannery. Využívají v drtivé většině případů laserového paprsku, jehož podoba je tvořena zrcadlovým hranolem nebo mnoha speciálně poskládanými zrcadly. Obrovská výhoda těchto čteček je čtení kódu z různých uhlů a hlavně zvládnou číst i zničený (nemyslí se např. úplně roztržený) kód, neboť zde obyčejné ruční scannery nestačí a nezvládnou tento kód identifikovat. Další výhodou těchto čteček je, že uživatel pouze nasměruje kód směrem k paprskům (rychlejší skenování než u perových nebo laserových čteček), nevýhodou ale je, že konstrukce těchto čteček je značně složitější, než u předchozích dvou typů.



Obrázek 19.: Ukázka paprsků z omni čtečky [9]

5.4 Kamery

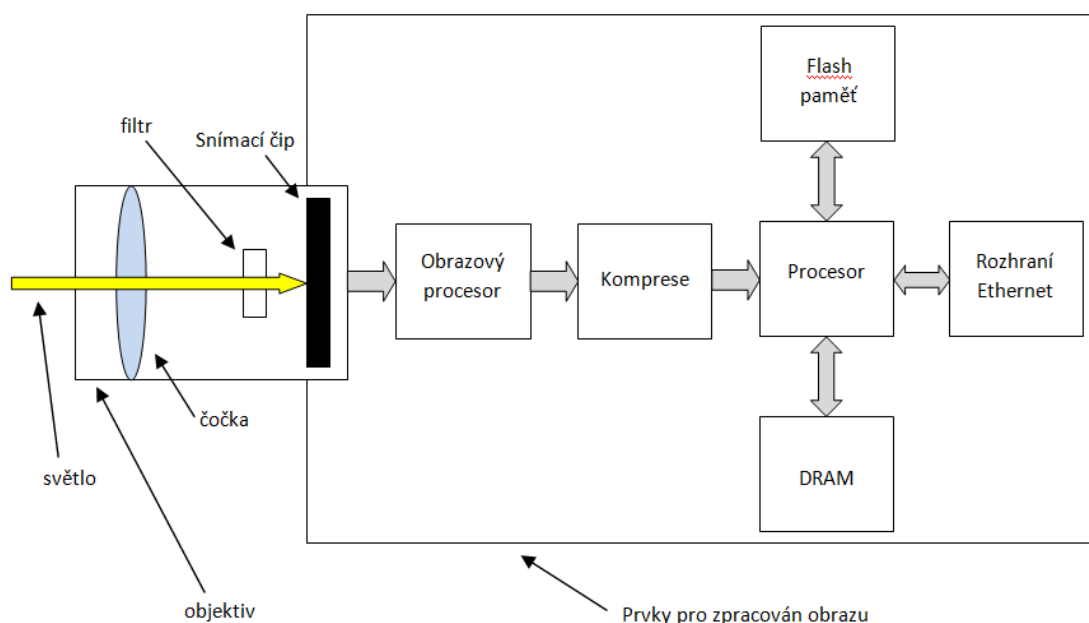
Kamera je definována jako zařízení umožňující zachycení obrazu a zvuku pro pozdější interpretaci. Základní rozdělení kamer podle principu zpracování obrazu a zvuku je na analogové a digitální. Kamery mají různé účely použití. Zmínku zaslouží profesionální studiové kamery, běžné uživatelské kamery s různými druhy záznamových médií, webkamery a v současné době i kamery v mobilních telefonech. Všechny se liší svým použitím, kvalitou obrazu, kvalitou zpracování a hlavně cenou. K realizaci této práce je využita webkamera.

5.4.1 Princip zachycení obrazu

Základní funkcí kamery je zachycení obrazu, respektive světla o různých vlnových délkách. Toto světlo procházející objektivem kamery je zachyceno na světločivný snímací čip. Tam je přeměněno na elektrický signál a dále zpracováváno. Zpracován je signál z analogového formátu na digitální a předán výpočetní jednotce, která provede kompresi. Odtud se přes výstupní rozhraní kamery dostane signál na vedení, na jehož konci je obslužné zařízení či software umožňující pozdější zpracování obrazu a ovládání kamery.

5.4.2 Vnitřní stavba kamery

Síťová kamera je složena z objektivu, snímacího čipu, obrazového procesoru a hlavního procesoru, který je napojený na komunikační rozhraní a paměť



Obrázek 20.: Blokové schéma kamery

Snímací čip představuje klíčovou součást digitální kamery. Je složen z několika tisíc až milionů buněk. Jedná se o analogovou součástku, jejímž výstupem je analogové napětí. Za senzorem je analogově digitální převodník, který se stará o převod na digitální signál. Problém je, že snímací senzor je vždy barvoslepý. Barevného záznamu se docílí použitím Bayerovy masky, což je soustava barevných RGB skel uspořádaných do pravidelné struktury. Jednotlivé buňky senzoru mají nad sebou různé barevné filtry, čtvrtinu modrých, čtvrtinu červených a polovinu zelených. Každá buňka předává elektronice úroveň jasu, tedy určitou signálovou úroveň, která na ni dopadne, a to buď červeného, zeleného nebo modrého světla. Tuto signálovou úroveň reprezentuje digitální číslo z rozsahu 0 – neprochází žádné světlo, až 255 – maximální úroveň světla (úroveň oslepení). Tento rozsah má 256 úrovní, což představuje 8 bitové snímání typické pro formát JPEG. V digitálních zrcadlovkách nebo HD kamerách se můžeme setkat i s 12-ti bitovým zpracováním umožňující 4096 úrovní, či 14-ti bitovým zpracováním obrazu s 16 384 úrovněmi. Vícebitové zpracování představuje také použití odpovídajícího analogově digitálního převodníku. Vždy platí, že čím vícebitového zpracování je použito, tím je výsledný snímek jemnější. Po předání jednotlivých úrovní signálu buňkami se celkový signál z obrazového senzoru předá obrazovému procesoru, který ze signálu vypočítá výsledný snímek, se kterým je možno dále pracovat.

Dnešní kamery obsahují dva typy snímačů – CCD a CMOS. CCD snímače jsou vyvinuty speciálně pro kamerový průmysl, zatímco CMOS snímače jsou založeny na standardní technologii využívající se při výrobě paměťových čipů- CCD senzor má při stejné velikosti čipu nižší šum a vyšší kvalitu obrazu. CMOS má zase řadu jiných výhod (např. nižší cena, menší složitost výroby a možnost vysoké integrace). Technologická úroveň obou těchto čipů je téměř stejná, a proto se rozdíly stírají. Největší rozdíly nalezneme ve sběru signálu z jednotlivých buněk a v logice ovládání senzoru. [10]

CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Senzory se dříve používaly především díky jejich velikosti a ceně do nejlevnějších síťových a webových kamer a také do mobilních

telefonů za účelem co nejnižší ceny přístroje. Postupným zlepšováním se dostaly do nejvyšší sféry digitálních HD kamer či zrcadlovek a do profesionálních zařízení především díky vysokému rozlišení snímačů a jejich snadné výrobě.

CMOS obrazový senzor používá stejnou výrobní technologii jako integrované obvody typu pamětí či procesorů. Výsledkem je vyšší možnost integrace, kdy je možné přímo v senzoru integrovat několik dalších obvodů, ale také především levnější výroba těchto čipů. Každá buňka CMOS senzoru obsahuje svůj vlastní zesilovač signálu a může být tak přímo adresována i čtena pomocí svých souřadnic. Rozdíl mezi CCD a CMOS tedy není APS (Active Pixel Sensor), tedy senzor s aktivními pixely. Zesilovač u každé buňky má za následek snížení velikosti světločivné fotodiody, tím se snižuje fill factor. Fill factor je poměr plochy citlivé části, tedy fotodiody, k celkové ploše buňky. Malá velikost světločivné buňky vyžaduje zesílení mající za následek vyšší šum. Zvýšení šumu se zabraňuje použitím mikroobjektivů, které soustředí světlo přesně na světločivnou část buňky.

Díky aktivním buňkám a jejich přímému adresování je velice rychlé čtení dat ze senzoru CMOS. Lze také číst jen část obrazových dat, což se u kamer využívá k digitálnímu obrazu nebo ke sledování pohybu objektu. [10]

CCD (Charged Coupled Device) obrazový senzor je historicky mnohem starší než CMOS. CCD snímač je vlastně určitý paměťový registr vázaný na světlo. Má schopnost transportovat signál z jedné buňky do druhé, aniž by docházelo ke ztrátám na kvalitě signálu. Signál se tak posouvá až k okrajové buňce, která je napojena na posuvný registr. Posuvný registr poté jeden signál po druhém předá do zesilovače a odtud do analogově digitálního převodníku. Posun signálu v buňkách probíhá za pomoci nábojové vazby, což dalo těmto senzorům i jejich jméno Charged Coupled, spojený nábojem. CCD senzory používají jinou speciální technologii výroby než ostatní integrované obvody. Je tedy složité dosáhnout velkého rozlišení snímačů a vměstnání ostatní elektroniky přímo do snímače. Řídící obvody, zesilovače a A/D převodníky musí být mimo senzor. Na základě toho vyžaduje CCD senzor větší rozsah různého napájení pro jednotlivé integrované obvody na desce s plošnými spoji. Tolik integrovaných obvodů má za následek mnohem větší spotřebu energie než technologie CMOS. CCD snímače jsou nasazovány do kompaktních fotoaparátů a kamer střední třídy. [10]

Rozlišení snímačů se udává v milionech obrazových bodů neboli megapixelech. Udává se jako násobek vertikálních a horizontálních světločivných buněk na snímači, neboli kolik obrazových bodů je snímač schopen rozlišit ve vertikálním a horizontálním směru. Dnešní snímače mají u nejlevnějších webových kamer a mobilních telefonů rozlišení do stovek tisíc pixelů, u digitálních zrcadlovek jsou to desítky megapixelů. Pokud má například webová kamera rozlišení 640×480 bodů, po vynásobení těchto dvou čísel dostaneme hodnotu rozlišení snímače 307 200 pixelů (0,3MPx). U digitální zrcadlovky se můžeme při rozlišení snímače 6000×4000 obrazových bodů dopočítat výsledného rozlišení 24MPx. U digitálních fotoaparátů a kamer je potřeba rozlišovat dva pojmy týkající se obrazového snímače – celkový počet pixelů a efektivní počet pixelů. Celkový počet pixelů je číslo, udávající počet světločivných buněk obrazového snímače. Efektivní počet pixelů je výsledný počet obrazových bodů obrazu v podobě videa nebo fotografie. Zbylé buňky snímače se používají pro výpočet Bayerovy interpolace na okrajích senzoru a jako referenční černé pixely. [10]

U Tříčipového uspořádání se procházející obraz do objektivu dostává přes soustavu polopropustných zrcadel potažených barevnými filtry, oddělující jednotlivé barvy RGB složky do tří snímačů. Každý snímač zachytává jen červenou, zelenou nebo modrou složku obrazu. Toto uspořádání čipů má za následek barevně kvalitnější obraz a méně šumu než jednočipové řešení. Vzhledem k nutnosti dosti přesného seřízení takové optické soustavy a přítomnosti tří snímačů je toto řešení dražší než jednočipové.

Dynamický rozsah čipu je rozsah odstínů od černé až po bílou barvu, kterou je schopen snímač rozlišit. Je limitován kapacitou jednotlivých buněk, tedy kolik fotonů vzniklých interakcí je schopna pojmout a dále je limitovat vlastním šumem buňky. Při malém dynamickém rozsahu se v kontrastní scéně objevují přeexponovaná (velmi přesvětlená místa), či podexponovaná místa (velmi tmavá místa bez detailů). S tímto problémem se lze setkat především u levnějších zařízení.

Obrazový šum je jedním z největších problémů digitálních snímačů. Základní příčinou vzniku je tepelný pohyb krystalové mřížky polovodiče. Při tomto jevu se občas uvolní elektron bez přítomnosti fotonu, což má za následek přitažení elektronu k expoziční elektrodě a změnu hodnoty expozice na dané buňce. Z tohoto poznatku lze usoudit, že při vyšší teplotě snímače roste i obrazový šum. Navíc každá buňka má hodnotu šumu jinou. Není tak možné ze snímku šum na 100% odstranit. Pro dosažení nízkého šumu je nutné mít snímač s co největšími buňkami. Ty tak mají velké kapacity a vyšší odstup signálu od šumu. Platí tedy, že malé snímače či snímače s velkým rozlišením, produkují vždy více šumu, než snímače velké s menším rozlišením.

Objektivem nazýváme čočku nebo soustavu čoček, přes které proniká světlo na snímací čip. Objektiv tak vytváří opticky změněný obraz, aby soustředil co nejvíce světla přímo na snímač. Objektivy se liší svou konstrukcí. Jako úplně nejzákladnější poslouží spojná čočka. Pro potlačení optických vad objektivů se však používají optické soustavy z několika různých druhů čoček. Tato optická soustava pak dovoluje například měnit svoji ohniskovou vzdálenost neboli přiblížit či oddálit obraz.

Objektivy se rozdělují podle své ohniskové vzdálenosti, což je šířka záběru, kterou jsou schopny zobrazit na snímač. Je udávána v mm a zpravidla k přepočtu na 35mm kinofilm. V praxi se ujal především širokoúhlé objektivy (2 mm a méně), které poskytnou velkou šířku záběru a pokryjí tak záběrem třeba celou místnost. Na opačném konci jsou teleobjektivy (100mm a více), jejichž záběr je sice užší, ale předměty zvětšují. Je tedy možné přiblížení předmětu. Lidské oko má ohniskovou vzdálenost přibližně 50mm, proto objektivy s touto ohniskovou vzdáleností poskytují nejvěrohodnější obraz reálnému vnímání lidským okem.

Dalším důležitým faktorem je světelnost objektivu, neboli míra světla, která projde přes objektiv na snímací čip. Je to bezrozměrná hodnota udávána jako číslo jmenovatele ve zlomku s čitatelem 1. Objektiv se světelností 2,0 propustí polovinu na něj dopadajícího světla.

Možnost výměny objektivu, respektive čočky, nabídnou především profesionální kamery. Jedná se o C mount nebo CS mount čočky, které přenášejí vysokou kvalitu obrazu. V případě přítomnosti automatické kontroly clony mají i zvýšený dynamický rozsah obrazu. [10]

Vinětace se u kamer neprojevuje tolik jako u fotoaparátů, ale i přesto se s ní můžeme setkat. Světločivné buňky snímače zachytí nejvíce světla v kolmém směru dopadu. Jakékoliv světlo pod jiným úhlem je zaznamenáno s nižší intenzitou. Z běžného objektivu dopadají na snímač kolmé paprsky jen ze středu objektivu. Proto mají kvalitnější kamery i kvalitnější optiku, které splňuje vyšší nároky na kolmý dopad paprsků.

5.4.3 Další komponenty kamery

Obrazový procesor se stará především o zpracování dat ze snímačů a jejich interpretaci hlavnímu procesoru. Jeho úkolem je zvolit dobu expozice, hodnotu jasu, kontrastu, vyvážení barevných úrovní, ostrosti a jiných parametrů. Obrazový procesor obsahuje i komponenty starající se o kompresi obrazu.

Hlavní procesor řídí veškeré funkce kamery. Je propojen s obrazovým procesorem, pamětí i komunikačním rozhraním. Je to mozek kamery, který zpracovává data z okolních obvodů a přes komunikační rozhraní i příkazy softwaru. Tyto příkazy poté interpretuje do jednotlivých obvodů a zajišťuje tak danou funkci. Jeho rychlost určuje možnosti a rychlost reakce na příkazy a rychlost snímání obrazu.

Paměť kamery se většinou dělí na dva typy. Jednou je operační paměť procesoru, kam si při výpočtech procesoru odkládají data. Jedná se o velmi rychlou paměť, která je závislá na napájení, jinak se z ní uložené informace ztratí. Druhým typem paměti je flash paměť, která slouží např. k uložení uživatelského nastavení kamery. Tato paměť je schopná uchovávat informace i při vypnutí kamery.

Komunikační rozhraní se stará o přenos dat na vedení. V případě bezdrátového rozhraní se stará o vyzáření informace do okolního prostředí prostřednictvím antény.

5.5 Možnosti snímání obrazu

5.5.1 Kvalita obrazu

Kvalita obrazu je nejdůležitější vlastností kamery, která nás při výběru kamery zajímá nejvíce. Je závislá především na těchto parametrech a funkcích:

- Typ obrazového snímače
- Schopnost zobrazení špatně osvětlené scény
- Možnost výměny objektivů
- Rozlišení videa
- Velikost souboru a propustnost
- Kompenzace světla na pozadí
- Schopnost zachycení pohybujících se objektů
- Další vylepšení obrazu

5.5.2 Progresivní skenování

S příchodem digitálních kamer a LCD monitorů se začalo využívat progresivní skenování obrazu. Pokud obraz rozdělíme na jednotlivé řádky, tak při progresivním skenování se přenáší vždy celý snímek najednou. Je to rozdíl oproti prokládanému skenování, kdy se přenáší a zobrazují nejdříve liché řádky a v druhém snímku sudé řádky. Prokládaný režim se používá u analogových CCTV kamer a televizních přijímačů. Hlavní nevýhodou prokládání je špatné zachycení pohybu v obraze. V jednom okamžiku pohyb zachytí pouze polovina řádků, druhá polovina řádku je zachycena až ve druhém snímku.

Progresivní skenování má tak velkou výhodu právě v zachycení celého snímku najednou. Počítačové monitory nemusejí obraz prokládat, čímž nenastává efekt, kdy obrazovky blikají. Nedochází zde k rozmazání pohyblivých objektů v obraze, což je důležité například u dohledových kamerových systémů. Přečtení SPZ značky rychle jedoucího auta by jinak nebylo možné.

5.5.3 Kompenzace světla na pozadí

Kompenzace světla na pozadí souvisí s citlivostí kamery na světlo. Kamera se ve snaze přizpůsobit úroveň světlosti, nejlepší pro lidské oko může někdy dostat do problémů. Vše lze demonstrovat na příkladu, kdy do kamery umístěné na parkovišti posvítí světla automobilu. Kamera zachytí intenzivnější zdroj světla a kontrola expozice obraz přizpůsobí jeho ztmavením. Výsledkem je tmavý obraz a vidět budou jen zmíněná světla automobilu. Aby se tomuto jevu zabránilo, používá se kompenzace světla na pozadí. Kamera se snaží v obraze ignorovat malé oblasti zvýšeného světla, nezahrnuje je tak do celkové expozice, která tak zůstává stále stejná.

5.5.4 Snímkovací frekvence

Snímkovací frekvence udává, kolik jednotlivých snímků kamera zachytí za jednu sekundu. Vyšší snímkovací frekvence více zatěžuje kameru. Vytváří i větší objem dat, které je nutno po síti přenášet a snižuje tak propustnost sítě, hlavně pak v případě použití více kamer. Je proto vhodné zvolit dostačující snímkovací frekvence pro zachycení obrazu. Pro plynulé video je dobré použít snímkovací frekvenci nad 25 snímků za vteřinu. Ovšem za předpokladu, že toto video budeme i nahrávat, musíme zabezpečit dostatečné kapacity pro objem dat v ukládacích zařízeních. Když je to možné můžeme, přistoupit i k nižší snímkovací frekvenci (např. 1 snímek za vteřinu). Příkladem může být zabezpečení hlídaného parkovištěm, kdy je jedna sekunda dostatečná pro reakci hlídače. [10]

6 Návrh řešení

Cílem této práce je vytvoření programu pro automatickou identifikaci štítků transfuzních přípravků pro Fakultní nemocnici Ostrava. Hlavním impulsem pro realizaci této práce bylo zjednodušení a zautomatizování procesu při manipulaci s transfuzními přípravky na krevním centru v nemocnici. Základním prvkem jsou čárové kódy, které jsou umístěné na štítku, a tento štítek je nalepen na krevním vaku.

Vlastním řešením problému tedy vychází z bodů:

- Automatická identifikace čárových kódů pomocí kamery
- Porovnání výsledků s databází
- Rychlé, levné a efektivní identifikování štítků na krevních konzervách

6.1 Výběr nejvhodnější kamery

Výběr té nejvhodnější kamery závisí především na zadání práce. Pro tuto práci je však důležité, aby kamera splňovala to nejdůležitější, a tím je dobré rozlišení kamery. Dá se říct, že pokud kamera bude mít dostatečně vysoké rozlišení (optimálně 1 Mpx a více) a pokud bude mít manuální zaostřování (kvůli dobrému zaostření, neboť v programu není naprogramováno automatické zaostřování) tak může být použita jakákoliv webová kamera (samozřejmě se bavíme o kamerách v cenové hladině 500 Kč a více, neboť čočky v levných kamerách jsou velice špatné). Ideální čočky jsou od firmy Carl Zeiss, která vyrábí skleněné čočky do kamer a tím zajišťuje mnohem vyšší kvalitu než například čočky plastové. Tyto parametry ideálně splňuje webová kamera od firmy Genius s názvem FaceCam 1010, která má manuální zaostření, rozlišení 1280×1024 px při 15 snímcích za sekundu. Kamera využívá CMOS snímač a s PC je propojena klasickým USB 2.0. Kompatibilita se systémy Windows a Linux je samozřejmostí.



Obrázek 21.: Webkamera Genius FaceCam 1010 [11]

6.2 Teorie o použitých programovacích jazycích

C Sharp (C#) je vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk vyvinutý firmou Microsoft, která i zároveň vyvinula platformu typu .NET Framework, který byl později schválen stan-

dardizačními komisemi ECMA a ISO. První verze vydaná v roce 2002 společně s .NET Frameworkem 1.0 obsahovala základní podporu objektového programování. Microsoft vyvinula tento jazyk na základě dvou podobných jazyků (C++ a Java) a znamená to tedy, že byl vyvinut z jazyka C, ze kterého čerpá syntaxi. C# lze využít ke tvorbě databází, webových aplikací a stránek, formulářových aplikací ve Windows anebo pro tvorbu softwaru pro mobilní telefony.

Cíle jazyka C# jsou jednoznačné. Musí to být jednoduchý, moderní, mnohoúčelný a objektově orientovaný programovací jazyk. Jazyk a jeho implementace poskytuje podporu pro principy softwarového inženýrství, jako je třeba hlídání hranic polí anebo detekce použití neinicizovaných proměnných. Důležitě jsou i vlastnosti jako robustnost, trvanlivost a programátorská produktivita. Jazyk je vhodný pro vývoj softwarových komponent distribuovaných v různých prostředích. Je také velice výhodné, že zdrojový kód je přenositelný a to je výhoda pro lidi, kteří jsou obeznámeni s jazyky C a C++. U jazyka C# je zavedena mezinárodní podpora a je navržen tak, aby se dal použít pro psaní aplikací pro složité operační systémy, ale také i naopak pro systémy s omezenými možnostmi. Jeho větší nevýhoda je vtom, že využívá více paměti a procesoru než třeba aplikace, které jsou napsané v jazyce C. [12]

Vlastnosti jazyka C#:

- Neexistuje zde vícenásobná dědičnost, to znamená, že každá třída může být potomkem pouze jedné třídy. Toto pravidlo se zavedlo, aby se předešlo zbytečným komplikacím při vícenásobné dědičnosti. Třída může implementovat libovolný počet rozhraní.
- Neexistují žádné globální proměnné ani metody, všechny tyto funkce musí být deklarovány uvnitř třídy. Náhradou jsou statické metody a proměnné veřejných tříd.
- V Objektově orientovaném programování se z důvodu dodržení principu zapouzdření často používá vzor, kdy k datovým atributům třídy lze zvenčí přistupovat pouze nepřímo, a to pomocí dvou metod get (accessor) a set (mutator). V C# lze místo toho definovat tzv. Property, která zvenčí stále funguje jako datový atribut, ale uvnitř si můžeme definovat get a set metody. Výhodou je jednodušší práce s datovým atributem při zachování principu zapouzdření.
- C# neobsahuje a ani nepotřebuje žádnou začáteční deklaraci - není důležité pořadí deklarace metod.
- Jazyk C# je case sensitive - to znamená, že rozlišuje mezi velkými a malými písmeny. Identifikátory "hodnota" a "Hodnota" tedy nejsou na rozdíl od VB.NET ekvivalentní.

6.3 Získání výsledku

Jakmile bude program spuštěn, musí se vybrat a spustit webová kamera. Jak lze vidět na zdrojovém kódu uvedeném níže, tak pomocí RenderTargetBitmap se nastaví bitmapa, která bude mít rozlišení 1280×960 pixel a 96 dpi, a poté se tento obraz uloží do bitmapy. Takto vytvořená bitmapa se uloží do složky, ve které je zároveň uložena i spouštěcí soubor programu, a to s názvem vak a s koncovkou .jpg. Nyní se tento obraz opět převede do bitmapy, kde se programově nasvítí, aby více vystoupily přechody mezi černou a bílou u čárových kódů a aby bylo možné obraz poté předělat na černobílý kvůli jednoduššímu dekódování kódů. Při testování se zjistilo, že pro dekódování nejužšího

elementu kódu nám teoreticky stačí 3 pixely. Dekódování při takto nízkém rozlišení se ale neobejde bez velmi kvalitního osvětlení (dobré světlo zajišťuje několika násobnou ostrost obrazu). Při osvětlení vaku ale není možno použít klasickou žárovku, neboť žárovky jsou konstruovány tak, že při frekvenci 50Hz nám vlastně 50krát za sekundu probliknou. Tato skutečnost způsobuje vlnění obrazu a problikávání černých pruhů na obrazu, které jsou způsobeny právě frekvencí v rozvodné síti a frekvencí snímání obrazu. Tento problém lze jednoduše obejít pomocí žárovek na principu LED. V práci je tedy využito buď umělého osvětlení na bázi LED žárovek anebo jen klasického přírodního světla, které ale není úplně vhodné, neboť jeho intenzita je velice proměnlivá a samozřejmě také tohoto světla nemůžeme docílit všude a vždy (např. v noci, za šera, v místnosti bez oken atd.). Tyto černé pruhy sice nevymizí, ale jsou oproti klasické žárovce téměř neznatelné (při vzdálenosti zdroje světla 15cm a více od kamery tento jev prakticky vymizí).

Pro dekodování je v práci využito .dll (Dynamic-link library, neboli v překladu dynamické knihovny) knihoven od firmy ZXing [13], která se zabývá čtením a dekodováním 1-D a 2-D čárových kódů nejen v jazyce C#, ale také pro Android, iPhone, C++, ale také pro operační systém Symbian a pro programovací jazyk Java. Zobrazení videa a stream videa je využito WPF prostředí a je zde použita .dll knihovna WPF MediaKit [14].

```
RenderTargetBitmap bmp = new RenderTargetBitmap(1280, 960, 96, 96, PixelFormats.Default);
bmp.Render(videoCapElement);
BitmapEncoder encoder = new JpegBitmapEncoder();
encoder.Frames.Add(BitmapFrame.Create(bmp));
string now = "vak";
string filename = now + ".jpg";
FileStream fstream = new FileStream(filename, FileMode.Create);
encoder.Save(fstream);
fstream.Close();
```

```
System.Drawing.Image img;
img = System.Drawing.Image.FromFile("vak.jpg");
Bitmap bmpp = new Bitmap(img);
Hashtable hints = new Hashtable();
hints.Add(DecodeHintType.TRY_HARDER, Boolean.TrueString);
BitmapLuminanceSource s = new BitmapLuminanceSource(bmpp);
BinaryBitmap bb = new BinaryBitmap(new HybridBinarizer(s));
Reader nevi = new MultiFormatReader();
GenericMultipleBarcodeReader nevim = new GenericMultipleBarcodeReader(nevi);
Result[] result = nevim.decodeMultiple(bb);
```

Nyní jsou čárové kódy sice dekodovány, ale je to pouze směs čísel a znaků, které na první pohled vůbec nedávají smysl a nezapadají do sebe. V příloze je uveden Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky. Z Věstníku je vybrána pouze nejdůležitější část pro tuto bakalářskou práci a to je metodické opatření s názvem Standart značení transfuzních přípravků – revize metodického pokynu č.

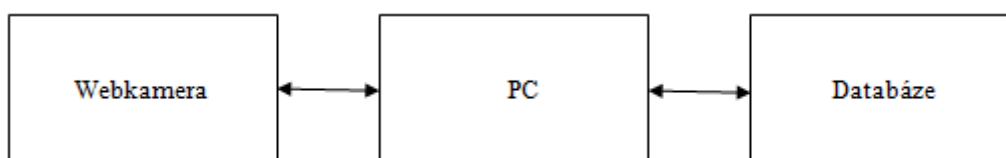
11 z roku 1997 uveřejněného v částce 9/1997 věstníku MZ. Níže je vypsaná pouze část kódu, ve kterém lze vidět, že všechny údaje a konkrétně všechny možné kombinace krevních skupin jsou obsaženy ve své vlastní třídě s názvem KrevniSkupina. To samé platí pro třídu NazevPripravku. Výhodou těchto tříd je, že pokud se budeme chtít aplikace dále vyvíjet a zdokonalovat bude zde jednodušší úprava kódu, neboť se nebude muset přepisovat celý program. Nejdůležitější je vědět, co znamená číslo a text v závorce v tomto kódu. Například bude v závorce napsáno „(51, "0 Rh(D) pozitivní)"“, kde dvojčíslí je číslo, které program dekóduje z čárového kódu a podle kterého určí, že se jedná právě o tuto konkrétní krevní skupina. Tento dekódovaný text se zobrazuje do tabulky, kterou lze vidět na obrázku 26. a o které se bude více psát v následující kapitole.

```
class KrevniSkupina
{
    Hashtable Krev;
    public KrevniSkupina()
    {
        Krev = new Hashtable();
        Krev.Add(55, "0 Rh(D) nespecifikováno");
        Krev.Add(66, "A Rh(D) nespecifikováno");
        Krev.Add(77, "B Rh(D) nespecifikováno");
        Krev.Add(88, "AB Rh(D) nespecifikováno");
        Krev.Add(51, "0 Rh(D) pozitivní");
        Krev.Add(62, "A Rh(D) pozitivní");
        Krev.Add(73, "B Rh(D) pozitivní");
        Krev.Add(84, "AB Rh(D) pozitivní");
        Krev.Add(95, "0 Rh(D) negativní");
        Krev.Add(06, "A Rh(D) negativní");
        Krev.Add(17, "B Rh(D) negativní");
        Krev.Add(28, "AB Rh(D) negativní");
    }
    public void PridejKrevniSkupinu(int cislo, String text)
    {
        Krev.Add(cislo, text);
    }
    public String DekodovaniKrevniSkupiny(int cislo)
    {
        return Krev[cislo].ToString();
    }
}
```

Jakmile program vygeneruje takto dekódovaný text, tak jej musí ještě i se všemi ostatními čárovými kódy vypsat do srozumitelné tabulky, kterou lze vidět na obrázku 26. Jako poslední úkol programu je uložit, nebo naopak odebrat výsledný dekódovaný prvek z/do databáze. Tento úkon se v práci obchází tak, že prvky se ukládají pouze do programu, a tím pádem aplikace vůbec nekomunikuje s databázovým serverem. Toto řešení je nejen kvůli nepřístupnosti databáze pro normální uživatele, ale hlavně není tento úkon důležitý pro funkčnost práce jako takové.

Schéma zapojení pracoviště

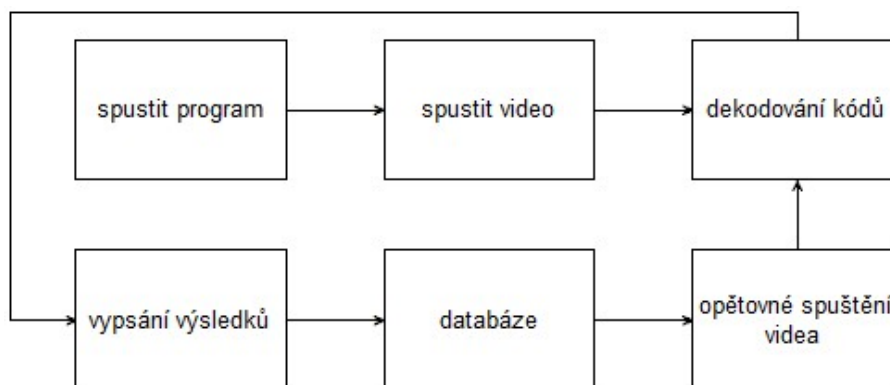
Jak lze vidět na obrázku 22., je schéma zapojení naprosto jednoduché. Data, která kamera získá, jsou pomocí USB kabelu (v tomto případě se jedná o kabel USB 2.0) přenesena do PC, který celou aplikaci ovládá. Jakmile aplikace výsledky vyhodnotí a zpracuje, uživatel může tyto výsledky uložit nebo naopak odebrat z databáze, a tím se zároveň i kontroluje, jestli jsou nebo nejsou tyto údaje v databázi.



Obrázek 22.: Schéma zapojení pracoviště

Vývojový diagram

Vývojový diagram na obrázku 23. je pouze zjednodušený. Celý vývojový diagram je uvedený v příloze. Jako první se musí uživatel spustit program a připojit kameru k PC. Poté co systém (Windows) zahlásí, že je kamera připravena k použití, může uživatel spustit program. Po spuštění v ComboBoxu vyhledá vhodnou kameru k použití a vyčká na spuštění streamu. Jakmile je video spuštěno, vloží vak se štítkem do snímaného prostoru kamery a stiskne tlačítko „Vyhodnocení“ a po zhruba dvou vteřinové prodlevě, pokud tedy vše proběhlo v pořádku, dojde k otevření dalšího okna s výsledky. Pokud vše proběhlo v pořádku, má nyní uživatel možnost uložit nebo porovnat data s databází, nebo nemusí provádět žádnou akci a okno může zavřít. Pro opětovné dekodování dalšího vaku je nutné stisknout tlačítko „Start“ a opakovat celý postup od začátku.

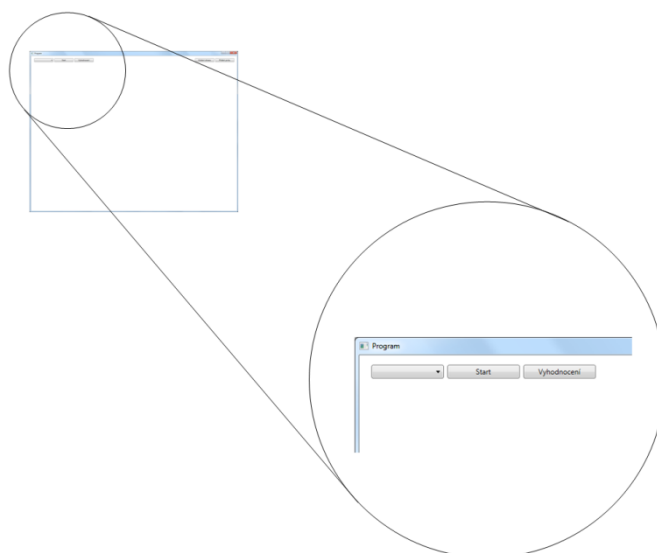


Obrázek 23.: Schéma vývojového diagramu

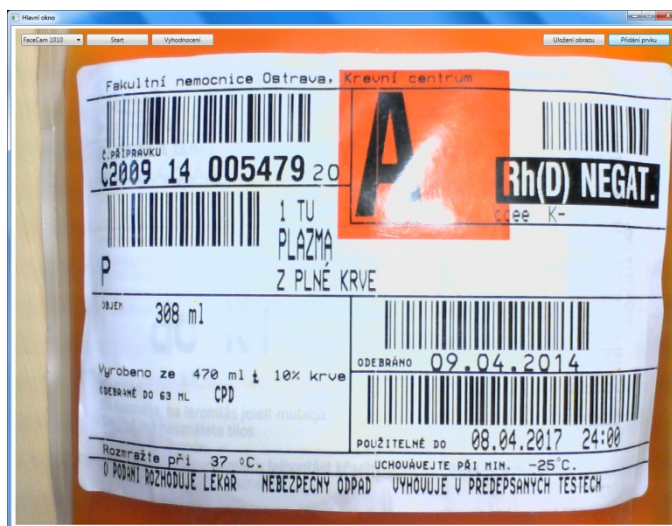
6.4 Jednotlivé komponenty v GUI

Při návrhu grafického rozhraní se muselo počítat s tím, že video musí mít vysoké rozlišení. V tomto programu se video zobrazuje ve VideoCaptureElement (název pro okno, ve kterém se video spouští a zobrazuje) a má rozlišení 1280×960 pixelů. Při takto vysokém rozlišení je nežádoucí plýtvat místem, a proto bylo nejideálnější zakomponovat ovládací prvky přímo do prostoru videa.

Díky tomuto řešení je možné mít vysokou kvalitu videa a zároveň aplikace nezabírá tolik místa na monitoru. Konkrétně je velikost okna aplikace 1301×1000 pixelů. Úvodní formulář aplikace bez spuštěného videa lze vidět na obrázku 25. Jak je již napsáno výše, pomocí WPF a knihovny WPF Media-Kit je naprogramován ComboBox, ve kterém je možno vybrat libovolnou kameru, která je pomocí USB připojena k PC. Zároveň jsou ve WPF nadefinovány i další tlačítka a okno pro video. Po vybrání konkrétní kamery je ve VideoCaptureElement vytvořen stream videa v reálném čase.



Obrázek 24.: úvodní okno aplikace



Obrázek 25.: Okno aplikace se spuštěným videem

Na obrázku 26. je vyobrazeno, jak vypadá aplikace s již spuštěným videem a důkaz, že ovládací prvky nijak neznemožňují přehlednost ve videu.

Tlačítko „vyhodnocení“ zastaví spuštěné video a po zhruba 2 vteřinách prodlevy se zobrazí tabulka s vyhodnocením a s výpisem již dekodovaných jednotlivých kódů. Tuto tabulku lze vidět na obrázku 27. a podrobně bude popsána později.

Tlačítko „Start“ umožňuje opětovné spuštění videa po jeho zastavení.

Tlačítko „Uložení obrazu“ je zde k ukládání obrazu například pro archivaci. Obraz bude uložen ve složce se spouštěcím souborem aplikace ve formátu JPEG a bude mít název podle aktuálního data a času (např. 22-3-2014-10-39-15). Toto tlačítko se nachází v pravém horním rohu aplikace.

Tlačítko „Přidání prvku“ slouží k přidávání nových krevních skupin nebo nových číselníků přípravků. Podrobnější popis je uveden níže. Toto tlačítko se stejně jako tlačítko pro ukládání obrazu nachází v pravém horním rohu aplikace.

ComboBox (v překladu výběrové pole) je pole, kde si uživatel má možnost vybrat jakoukoliv kameru, která je připojena k PC (u notebooku je možné vybrat i integrovanou kameru, která je součástí notebooku). Pro přepnutí na jinou z nabízených kamer není nutno program restartovat.

Nakonec lze v pravém horním rohu vidět aktuální datum a čas. Tento prvek je pouze informativní a je zde pro uživatele, aby mohl i vizuálně zkontrolovat, zda na transfuzním přípravku neskončila doba expirace.

Vyhodnocení	
Prvek není v databazi, chcete přidat?	
Evidenční číslo	C20091253324800
Název přípravku	Z odběru plné krve Erytrocyty bez Buffu-Coatu resuspendované Standardně vyšetřeny přípravek
Krevní skupina	0 Rh(D) negativní
<div>Přidání prvku</div> <div>close</div>	

Obrázek 26.: Tabulka s vyhodnocením

Na obrázku 26. lze vidět již vygenerovanou tabulku Vyhodnocení s výslednými hodnotami. Neboť obě dvě data (jak datum odběru, tak i datum použitelnosti výrobku) nejsou tolik důležité, proto nejsou ani v této tabulce zobrazeny, ale pouze se ukládají a porovnávají v databázi a je to z důvodu, že zdravotnický personál si může toto datum jednoduše přečíst přímo ze štítku, ale hlavně je možné datum použitelnosti ručně přepisovat, neboť při filtraci, promývání, dělení aj. se doba použitelnosti výrobku zkracuje, a proto by nebylo možné údaje správně porovnat, neboť by byli rozdílné. U ostatních kódů tomu již tak není.

Evidenční číslo, které vidíme na prvním řádku je naprosto zásadní pro uložení do databáze. Toto číslo je směrodatné pro ukládání, vyhledávání a vlastně i celou identifikaci konkrétního vaku v databázi. Podle tohoto čísla jde vyhledat konkrétní vak neboť je unikátní a jedinečné. Evidenční číslo (čárový kód evidenční čísla) se udává ve tvaru pole: &Cccccnnnnnnnnmm

- & - identifikátor
- Cccc - registrační číslo ZTS
- nnnnnnn - pořadové číslo (maximálně 8 pozic)

- mm - číslo porce (vždy 2 číslice)

Na dalším řádku je název přípravku, který se skládá ze tří jednotlivých částí. V první části je zaznamenáno jaký druh odběru byl u konkrétního přípravku zvolen (odběr z plné krve, odběr z aferézy aj.). Druhý určuje konkrétní typ přípravku (tzn., jestli se jedná o erytrocyty, trombocyty nebo třeba plazmu) a třetí část zaznamenává nepovinná vyšetření (standardně vyšetřený přípravek, HLA typizováno aj.). Udává se ve tvaru pole: &<ppqqrsss

- &< - identifikátor
- p - druh odběru
- qq - typ přípravku podle standardu
- r - nepovinná vyšetření
- sss - rezervované pozice pro pozdější dopracování číselníku

Na třetím řádku je vypsána krevní skupina. Tato se udává ve tvaru pole: &%gghj

- &% - identifikátor
- gg - krevní skupina AB0, Rh(D) podle číselníku
- hj - další antigenní systémy erytrocytů, tento zápis zatím neexistuje, ale počítá se s ním do budoucna

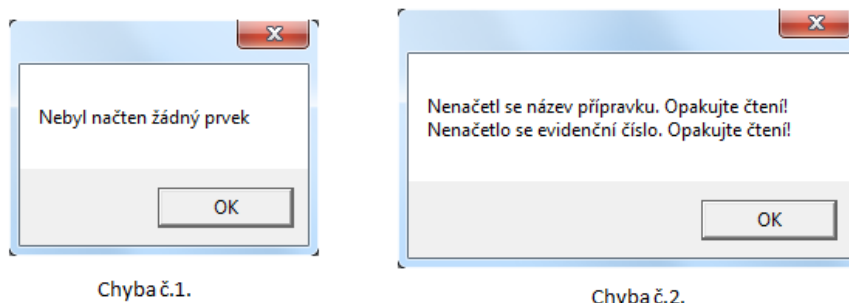
Vše co je vyjmenované o evidenčním čísle, krevní skupině a typu přípravku výše je detailněji popsáno ve Věstníku, který je součástí přílohy. Ve Věstníku nejsou vyjmenovány pouze tyto tři čárové kódy, ale jsou zde také pokyny pro správný zápis obou dat ve správném tvaru, jsou zde uvedeny všechny pokyny a instrukce, které musí obsahovat štítek krevního vaku (např. umístění objemu, informace o teplotě aj.) a je zde dokonce i popsáno jaké minimální nebo naopak maximální velikosti musí mít určité písmo na štítku, aby odpovídala standardu.

Kromě štítku pro klinické využití umí program rozpoznat i štítek pro zpracovatele plazmy. Na tomto štítku je ale pouze jediný kód a tento čárový kód se shoduje s tím, co je napsáno pod tímto kódem a ani ve věstníku nejsou podrobnější informace o tomto štítku, neboť se nejedná o standardní štítek. Tento štítek lze vidět v kapitole 3.1.2 Etiketa pro zpracovatele plazmy.

Nyní se dostáváme k tlačítkům a k vrchnímu řádku tabulky. Pokud aplikace zjistí, že vak ještě není uložen v databázi, vypíše na první řádek velkými čitelnými písmeny „Prvek není v databázi, chcete přidat?“ a zároveň se na levé spodní tlačítko vypíše text „Přidání prvku“. Při jeho stisknutí dojde k uložení všech hodnot do databáze. Pokud nastane opačná situace, na řádek se vypíše „Prvek je v databázi, chcete odebrat?“ a na tlačítko se vypíše „Odebrat prvek“. Při jeho stisknutí dojde k odebrání prvků z databáze. Tlačítko „Close“ je zde z důvodu, aby nedošlo například k minimalizování nebo maximalizování formuláře, a proto je také lišta s těmito tlačítky z formuláře odstraněná, a proto k uzavření okna může dojít pouze po stisknutí jednoho ze dvou tlačítek. Pokud ale nastane situace, že aplikace z jakéhokoliv důvodu, nebude schopna načíst evidenční číslo, tabulka se zobrazí, ale tlačítko pro přidání nebo odebrání z databáze zde nebude, a proto nebude ani možné prvek uložit. Toto řešení je zde z důvodu, že evidenční číslo je naprosto klíčové pro vyhledávání a identifikaci vaku. Pokud

v databázi bude pouze evidenční číslo a nebude zde nic jiného, není to tak závažný problém jako při situaci opačné, tzn., bylo by uloženo vše, kromě evidenčního čísla.

Program také umí zahlásit dva typy chyb. První chybou je, že aplikace nenačte ani jeden kód, takže se objeví chyba č. 1. nebo může nastat chyba č. 2. V tomto případě program vypíše ty čárové kódy, které nedokázal přečíst. Podle typu chyby, kterou program zahlásí, může uživatel přizpůsobit umístění vaku se štítkem nebo upravit osvětlení pro lepší kontrast pruhů v čárovém kódu. Oby typy chyb jsou na obrázku 27.



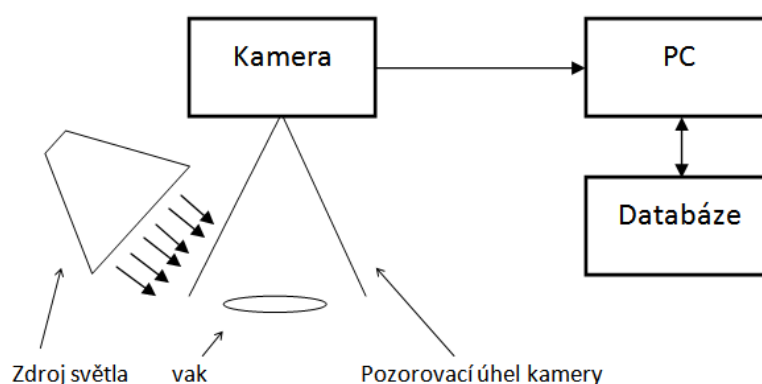
Obrázek 27.: Typy chyb

Na obrázku 28. Lze vidět, jak vypadá okno pro ukládání nových krevních skupin a názvů přípravků do databáze. V první části lze uložit novou krevní skupinu a to tak, že do prvního řádku se vypíše číslo, pod kterým program krevní skupinu vyhledá. Například krevní skupina A Rh(D) pozitivní má nyní číslo 62 a nová skupina by měla číslo 63, tak by se tam právě toto číslo vepsalo. Do druhého řádku se musí napsat nový název této krevní skupině, který se bude zobrazovat v tabulce a lze ji vidět na obrázku 26. Ve druhé části je to velice podobné. Název přípravku se skládá z 5 čísel a dvou identifikátorů, které ale v tomto okamžiku nejsou důležité. Nejprve se do prvního řádku napíše 1 číslo a název charakterizující druh odběru. Ve druhém řádku budou 3 čísla a popis, o jaký typ přípravku se jedná a do poslední řádku, kde se napíše 1 číslo, se napíše popis nepovinného vyšetření.

Obrázek 28.: Přidání prvku

6.5 Realizace pracoviště

Jak je již popsáno výše, pro snímání je využívána kamera od firmy Genius s názvem FaceCam 1010. Je nainstalována na starou konstrukci lampičky, neboť má hodně pohyblivých kloubů. Tak je možné ji nastavit do různých úhlů a zároveň zajistit její stabilitu a neměnnou polohu při snímání. Pro osvětlení je využita LED žárovka se závitem E27 (standardní závit), s výkonem 7W, proudem 40mA a vyzařuje studené denní světlo s hodnotou 6500K [Kelvin], která ale na tomto obraze chybí. Desky na obrázku 30., které lze vidět u transfúzního přípravku, jsou zde kvůli stínění, neboť v den testování hodně svítilo slunce a tím že testování probíhalo u okna, byl obraz přesvícený a nebylo možné z něj číst.



Obrázek 29.: Schematický koncept pracoviště



Obrázek 30.: Skutečná realizace pracoviště

6.6 Realizace databáze

U tabulky č. 6 lze vidět, jak asi vypadá databáze a jak si ji jde dobře představit. Jednotlivé řádky jsou transfúzní přípravky ve tvaru, v jakém je aplikace dekóduje a uloží do databáze. Do této databáze, která je vytvořená pro účely testování, se ukládají dekódované hodnoty jako text. Toto řešení je prospěšné pro budoucí řešení aplikace, neboť pokud by byla databáze přístupná pro uživatele a uživatel do ní mohl nahlédnout, mohl by se v ní mnohem lépe orientovat, kdyby v databázi byly uloženy čárové kódy v textové podobě než kdyby byli uloženy jako číslo (číslem je namysli hodnota,

kterou program získá z čárového kódu a textová podoba je text, který program k určitému číslu správně přiřazuje opět podle Věstníku). Je také možnost využití zkratk pro ušetření místa. Každý sloupec v tabulce reprezentuje jednu z pěti dekodovaných hodnot. Sloupec s názvem EvidencniCislo bude klíč této databáze a právě podle něj se všechny údaje mohou vyhledat, neboť je toto číslo jedinečné a unikátní. Všechna ostatní data ve sloupcích nemusí být odlišné a může zde nastat situace, že se objeví v jednom sloupci dvě stejné hodnoty. Právě podle těchto stejných dat ale můžeme například vyhledat kolik je v databázi ještě transfuzních přípravků s krevní skupinou A Rh(D) pozitivní. Byl vytvořen pouze teoretický návrh databáze, neboť pro tuto práci nebyly poskytnuty materiály z Krevního centra Fakultní nemocnice Ostrava. Pro účely naprogramování aplikace bylo využito ukládání prvků přímo do programu. Níže je vypsán kód, jak by vypadal řetězec pro připojení k databázi přímo na Krevním centru.

Tabulka 6.: Databáze

EvidencniCislo	NazevPripravku	KrevniSkupina	DatumOdberu	DatumExpirace
C20091234567801	Z odběru plné krve EBR Standardně vyšetřený přípravek	O Rh(D) negativní	2014120	20151202400
C20092367567812	Z odběru plné krve EBR Standardně vyšetřený přípravek	A Rh(D) pozitivní	2014246	20152462400
C20091563782135	Z odběru plné krve P Standardně vyšetřený přípravek	B Rh(D) negativní	2014320	20153202400

```
String DBpripojeni = @"Data Source =.\\SQLEXPRESS;
Integrated Security = True;
Connect Timeout = 30;
User Instance = True";
SqlConnection spoj = new SqlConnection(DBpripojeni);
Spoj.Open();
```


7 Ověření a vyhodnocení

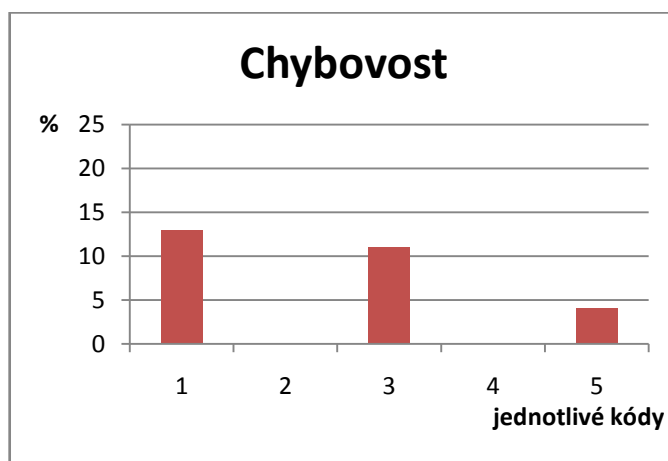
Nejprve jako první se musí zjistit a ověřit se, jak je velká chybovost programu při čtení celého štítku se všemi čárovými kódy. První ověření spolehlivosti programu lze vidět v tabulce č. 7. Provedlo se 100 pokusů s jedním kódem, který se po každém pokusu otáčel dokola. Z těchto 100 pokusů se kód otočil 10krát o 360°. Osvětlení bylo zajištěno umělým světlem. Ze 100 pokusů bylo 73 kódů (73%) přečteno bez problémů a byli všechny kódy dekodovány. U 26 (26%) štítků došlo k jedné chybě a to takové, že program buď nedokázal dekodovat evidenční číslo (13%), nedekodoval datum použitelnosti (3%) nebo nedekodoval krevní skupinu (10%). Pouze u jednoho vaku nastaly dvě chyby naráz, a to takové, že program nedekodoval ani krevní skupinu a ani datum expirace. Na obrázku 31 lze i opticky vidět, jaká je chybovost programu. Na svislé ose je procentuální vyjádření a na vodorovné ose je 5 sloupců, kde každý reprezentuje jeden čárový kód na štítku. První sloupec je evidenční číslo a poté následují název přípravku, krevní skupina, datum odběru a datum expirace. Je to stejné jako u tabulky č. 5.

Souhrn důležitých údajů, za kterých měření proběhlo:

- 100 pokusů
- Rovnoměrné otáčení štítku kolem své osy (10krát kolem své osy za celou dobu měření)
- Umělé osvětlení

Tabulka 7.: Tabulka chybovosti č.1.

Přečteny všechny kódy	Nepřečteno evidenční číslo	Nepřečteno název přípravku	Nepřečteno krevní skupina	Nepřečteno datum odběru	Nepřečteno datum expirace
73	13	0	11	0	4



Obrázek 31.: Graf chybovosti č. 1.

Poznámka: jednotlivé sloupce reprezentují jednotlivé čárové kódy. Ve sloupci č. 1 je evidenční číslo a dále pak je název přípravku, krevní skupina, datum odběru a poslední sloupec reprezentuje datum

expirace. Svislá osa poté ukazuje, kolik procent jednotlivých kódů program nedokázal dekodovat a přečíst.

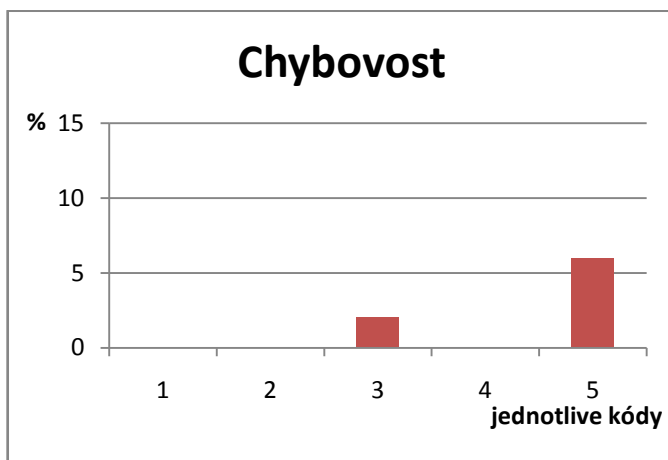
Ve druhém ověřování jsme použily rozdílný štítek, využili jsme stejného osvětlení, ale nyní zůstal štítek ležet na jednom místě pouze s minimálním pohybem snímaného štítku. Štítek ležel tak, jak by jej nejspíše položil každý člověk (tzn., písmo směřuje tak, aby jej člověk bez problému přečetl, není nijak přetočené). Zde se chybovost více snížila. U 92% štítků byli přečteny všechny kódy a pouze u 8% štítků se dvakrát nedekodovala krevní skupina a šestkrát program nedekodoval datum expirace. I zde je pod tabulkou zobrazen graf pro lepší optické porovnání výsledků a i zde je svislá a vodorovná osa stejná jako u grafu chybovosti č. 1. Ale již na první pohled je zřejmé, že chyb nastalo mnohem méně.

Souhrn důležitých údajů, za kterých měření proběhlo:

- 100 pokusů
- Štítek zůstal po celou dobu téměř v jedné poloze (s vakem se pohybovalo pouze minimálně)
- Umělé osvětlení

Tabulka 8.: Tabulka chybovosti č. 2.

Přečteny všechny kódy	Nepřečteno evidenční číslo	Nepřečteno název přípravku	Nepřečteno krevní skupina	Nepřečteno datum odběru	Nepřečteno datum expirace
92	0	0	2	0	6



Obrázek 32.: Graf chybovosti č. 2.

Poznámka: Platí zde stejné vysvětlení jako u poznámky pod obrázkem 31.

Chybné čtení u kódů krevních skupin a datum expirace je nejspíše zapříčiněno polohou kódu na štítku. Tyto kódy jsou usazené poměrně hodně u levého kraje štítku (více než je tomu u evidenčního čísla a názvu přípravku), a proto zde při naplněném vaku dochází k zakřivení a tudíž i chybnému čtení těchto kódů. Zakřivení je tím větší, čím více je vak naplněn. Při testech na Krevním centru se zjistilo, že i rozdíl o 20 ml má na toto čtení vliv. Tato skutečnost by se dala obejít za použití například dvou kamer, kde by každá kamera snímala jednu polovinu vaku a poté by se obraz softwarově posklá-

dal a tím pádem by zakřivení vymizelo. Dále by se mohla použít například pohyblivá kamera, která by se okolo vaku otočila o 180° (přes celou délku štítku) a tím pádem bychom dostali obraz bez zakřivení.

Neboť na některých transfuzních přípravcích se při skladování může objevit námraza (například na krevní plazmě, která je hluboce zmražená), musí uživatel před dekodováním nejprve štítek na tomto vaku lehce otřít, aby odstranil námrazu, která na tomto vaku vznikla a zajistil tak čistší obraz který bude kamera snímat.

Pokud by se v budoucnu přešlo na automatický systém identifikace transfuzních přípravků za pomoci RFID měla by tato aplikace větší využití, neboť by sloužila jako kontrola a srovnávala by, jestli hodnoty dekodované pomocí RFID a pomocí této aplikace jsou identické (tzn., byla by možnost porovnávat hodnoty z RFID a hodnoty přečtené z čárových kódů, ale i také snímat tištěné názvy pod štítky a kontrolovat všechny tři údaje mezi sebou). Díky dvojí kontrole by se snížil výskyt chyb. Další vývoj by mohl směřovat například k detekci hran, identifikovat praskliny a zajistit tak celkovou výstupní kontrolu transfuzních přípravků.

Výhodou této aplikace je, že ji je možné propojit i s jinými aplikacemi, neboť je napsána v jazyce C# který je velice flexibilní a není složité ho propojit s jinými aplikacemi, které jsou napsané například v Matlabu.

Tato práce byla představena ve formě prezentace na letošním IV. Workshopu NETFEI, který se konal 24. a 25. 4. 2014 na Vysoké škole Báňské v Ostravě a právě tato prezentace obsažena ve Sborníku prezentací. [15]

8 Závěr

V této bakalářské práci jsem se zaměřil na realizaci aplikace, která by měla usnadnit práci zdravotnickému personálu na krevním centru ve Fakultní nemocnici Ostrava (při vytváření práce jsem s krevním centrem spolupracoval a byly mi poskytnuty důležité informace pro vytvoření této práce). Než ale bylo možné aplikaci naprogramovat, musel jsem prostudovat materiály související s transfuzními přípravky. V teoretické části jsem nejprve popsal anatomii krve, do které spadají erytrocyty, leukocyty, trombocyty, krevní plazma a v neposlední řadě je zde zmínka o krevních skupinách a faktoru Rh. V další kapitole jsem jen okrajově rozebral vaky transfuzních přípravků a štítky na nich nalepené. Neboť informací ohledně štítků transfuzních přípravků (jako jsou použité typy kódů, informace o tom, co musí daný čárový kód obsahovat a mnohem více) je velice mnoho, tak jsem se rozhodl, že tyto údaje vložím do příloh. Informace jsem získal z dokumentu pod názvem Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky z roku 2003. V další části jsem prostudoval čárové kódy. V práci je popsán pouze 1D typ kódu a to typ Code 128, protože právě tento kód se nachází na štítcích transfuzních přípravků, a tím pádem je pro nás nejdůležitější. Je zde popsán také 2D typ kódu s názvem QR a RFID jako ukázka perspektivního řešení. Ostatní 1D i 2D typy jako jsou EAN, Codabar, Code 39, Code 93, Data Matrix nebo Kruhový kód jsou popsány opět v příloze. V poslední kapitole teoretické části jsem rozebral metody čtení čárových kódů. Pouze okrajově jsem popsal laserové skenery, perové a omni čtečky čárových kódů, neboť pro realizaci nebyli důležité. Pro tuto práci byla nejdůležitější další část této kapitoly, a tím jsou kamery. Popsal jsem vnitřní stavbu kamery, do které zapadá snímací čip, CMOS a CCD senzor, objektiv a další komponenty kamery.

V praktické části jsem se nejprve zaměřil na popis zvolené kamery vybrané z velice širokého sortimentu nabídky. Popsal jsem zde, jaké nejdůležitější parametry mě jako zákazníka zajímají, a jakou kameru s jakými technickými parametry jsem nakonec zvolil. Dále jsem popsal programovací jazyk, které jsem v práci použil, konkrétně se jedná o jazyk C#. Popsal jsem jeho historii, jeho výhody a nevýhody. V práci pak následuje kapitola o způsobu získávání výsledků. V kapitole je popsáno, jakým způsobem získáme stream videa, který se zobrazuje ve VideoCaptureElement. Jsou zde vypsány důležité části kódu právě pro toto vykreslení a je zde popsáno. Dále je napsáno jakým způsobem aplikace vyhodnocuje a jaké knihovny využívá pro dekodování (konkrétně se jedná o WPF MediaKit pro stream videa a knihovna Zxing pro dekodování kódů). Plynule se tak dostáváme k popisu jednotlivých komponentů programu. Je zde popsán hlavní formulář se všemi tlačítky a je vysvětleno, čemu jaké tlačítko slouží a jakou vykonává funkci. Tímto se zároveň i dostaneme k vyhodnocovací tabulce, ve které se nám všechny dekodované kódy ze štítku zobrazí ve srozumitelném jazyce a zobrazí se nám tlačítka pro další akce. Jedna z těchto akcí je uložení nebo odebrání do databáze nebo z databáze. Poslední funkce programu je možnost uložení nového prvku do programu. Jedná se o prvky krevní skupina a název přípravku. Databáze je v práci řešena tak, že výsledné hodnoty se ukládají pouze do programu, neboť ke skutečné databázi v nemocnici jsem nemohl mít přístup (bezpečnost, osobní informace aj.). Teoretický popis přístupu do databáze je v práci ale popsán. Jako předposlední část je blokové schéma zapojení pracoviště a schematický vývojový diagram programu (celý vývojový diagram je opět v příloze) a je zde také fotka, jak vypadalo mé pracoviště při testování aplikace přímo v nemocnici. Poslední kapitola je ověření a vyhodnocení výsledků. Z několika stovek měření, které jsem za celou

dobu provedl, jsem zjistil, že nejlepších výsledků dosáhneme s umělým světlem, neboť denní světlo je velice proměnlivé, a to způsobuje problémy při zachycení obrazu. V této kapitole také můžeme vidět, že pokud budeme vak dávat normálně (tzn., že nebude nijak přetočen) a osvětlení bude vyhovující, dosáhneme zhruba 92% úspěšnosti dekódování všech kódů. Pokud bychom použili dva zdroje světla, (odstraníme stíny) úspěšnost by měla být ještě o trochu vyšší.

Aplikaci by bylo možné dále vyvíjet, a to tak, že by se dala naprogramovat například automatická identifikace prasklin nebo kontrola svárů na transfuzním přípravku. Mohla by se provádět i kontrola, zda data obsažena v čárovém kódu jsou skutečně i vytištěna na štítku a jistě i další rozšíření programu. Výhodou této práce je, že postupem času se může odladit a naprogramovat mnoho dalších různých částí programu, které by mohli přispět k efektivnější, rychlejší a jednodušší inspekci transfuzních přípravků na Krevním centru Fakultní nemocnice Ostrava.

Literatura

1. oběhová soustava. *lidské tělo*. [Online] [Citace: 20. 4 2014.]
<http://www.latinsky.estranky.cz/fotoalbum/obehova-soustava/obehova-soustava/erytrocyt.png.html>.
2. Hemoglobin. *Wikipedie - Otevřená encyklopedie*. [Online] [Citace: 20. 4 2014.]
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>.
3. Leukocyty. *Encyklopedia zdrowia*. [Online] [Citace: 20. 4 2014.] <http://www.doz.pl/zdrowie/h943-Leukocyty>.
4. Idiopatická trombocytopenická purpura. *Symbinatur*. [Online] [Citace: 20. 4 2014.]
<http://www.symbinatur.com/Idiopaticka-trombocytopenicka-purpura-clanek-673.html>.
5. Krevní skupiny. *Wikipedie - otevřená encyklopedie*. [Online] 8. Březen 2013. [Citace: 29. 10 2013.]
http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD_skupina.
6. **Muchna, Petr**. *Evidence hodnocení studentů*. [Online] 2006. [Citace: 29. 10 2013.]
http://graphics.zcu.cz/files/BP_2006_Muchna_Petr.pdf.
7. **Adriana Benadíková, Štefan Mada, Stanislav Weinlich**. *Čárové kódy automatická identifikace*. Praha : Grada, 1994. ISBN 80-85623-66-8.
8. Passive & Active RFID. *Wireless Vision*. [Online] [Citace: 25. 4 2014.]
<http://www.wirelessvisionme.com/products-solutions/technologies/passive-active-rfid/>.
9. **Tihon, Karel**. *Implementace čárového kódu do výrobního procesu malé firmy*. [Online] 2009. [Citace: 29. 10 2013.]
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17510.
10. **Pelc, Lukáš**. *Možnosti připojení kamer k počítači PC*. [Online] 2011. [Citace: 20. 2 2014.]
<https://dSPACE.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/7552/Bakalarska%20prace%20-%20Pelc.pdf?sequence=2>.
11. www.nodevice.com. [Online] [Citace: 15. 4 2014.] http://www.nodevice.com/driver/facecam-1010/get93818.html#.U10KMfl_tAU.
12. C Sharp. *Wikipedie - otevřená encyklopedie*. [Online] 2014. [Citace: 15. 4 2014.]
http://cs.wikipedia.org/wiki/C_Sharp.
13. zxing. *GitHub*. [Online] [Citace: 15. 1 2014.] <https://github.com/zxing/zxing>.
14. WPF MediaKit. *CodePlex*. [Online] [Citace: 15. 1 2014.] <https://wpfmediakit.codeplex.com/>.
15. **Dylevský, Ivan**. *Somatologie*. Olomouc : nakladatelství EPÁVA, 2000. str. 480. ISBN 80-86297-05-5.
16. **Jiráček, Zdeněk**. *Fyziologie pro bakalářské studium na LF OU*. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakulta, 2012. ISBN 978-80-7368-234-7.
17. **Mareš, Amadeo**. *1001 tipů a triků pro C# 2010*. Brno : Computer Press, 2011. ISBN: 978-80-251-3250-0.
18. **Kolektiv, autorů**. *IV. Workshop NETFEI Automatizační, měřicí, řídicí technika a elektronika v průmyslu a dopravě*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3391-0.
19. **Dobeš, Michal**. *Zpracování obrazu a algoritmy v C#*. 2008. ISBN: 978-80-7300-233-6.

Seznam příloh

- A.1 ASCII tabulka pro Code 128
- A.2 Vývojový diagram
- A.3 Fotografie z krevního centra při testování programu
- A.4 Inspekce transfuzních přípravků
- B.1 Čárové kódy
- C.1 Věstník
 - C.1.1 Obecné požadavky
 - C.1.2 Jednotlivé údaje
 - C.1.3 Popis čárových kódů na štítku

Přílohy

A.1 ASCII tabulka pro Code 128

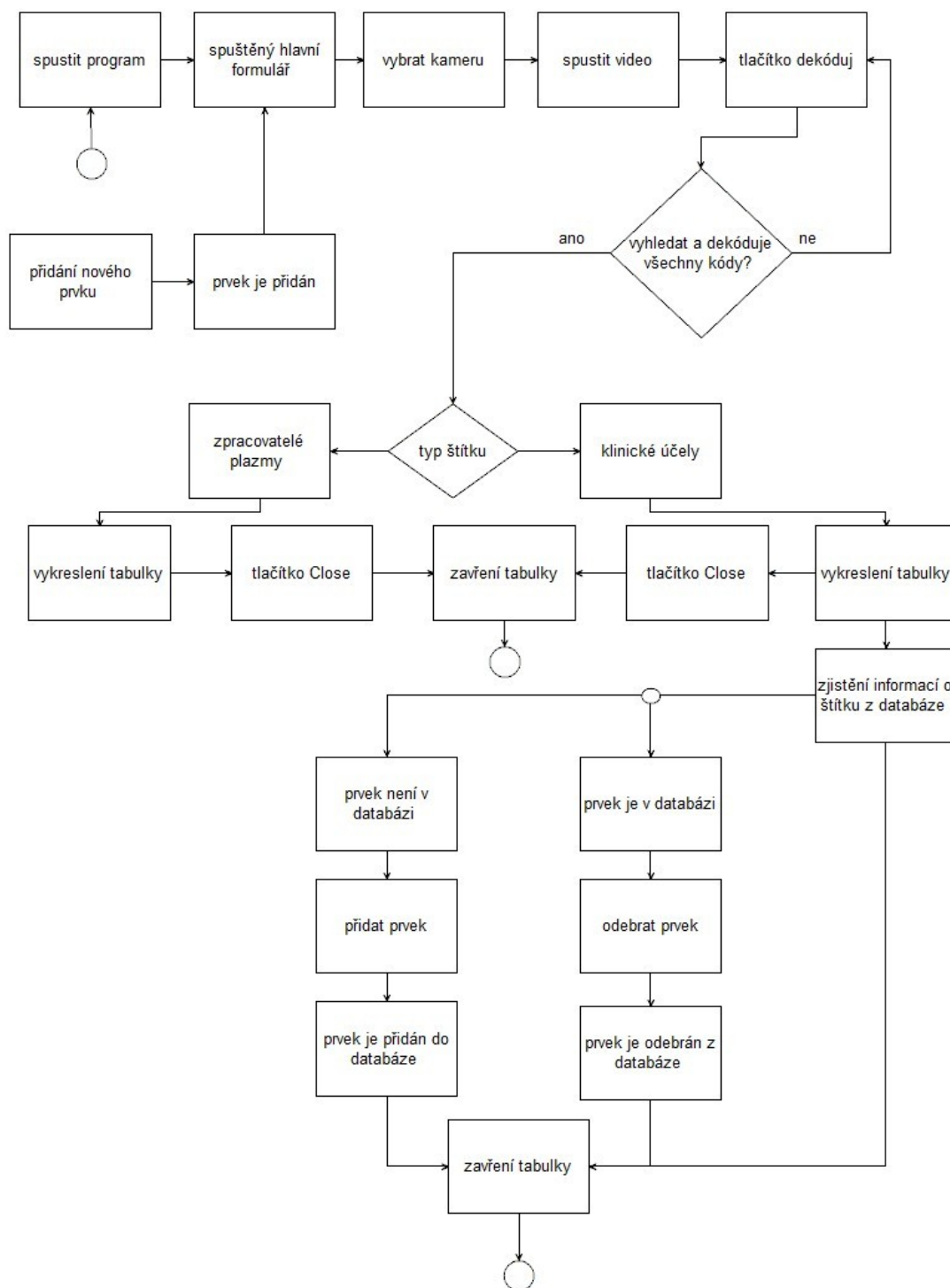
Tabulka A9.: ASCII tabulka

Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character	Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
0	space	space	0	0032 nebo 0212	Space nebo Ô	1E+10	212222
1	!	!	1	33	!	1E+10	222122
2	"	"	2	34	"	1E+10	222221
3	#	#	3	35	#	1E+10	121223
4	\$	\$	4	36	\$	1E+10	121322
5	%	%	5	37	%	1E+10	131222
6	&	&	6	38	&	1E+10	122213
7	'	'	7	39	'	1E+10	122312
8	(	(	8	40	(	1E+10	132212
9	)	)	9	41	)	1E+10	221213
10	*	*	10	42	*	1E+10	221312
11	+	+	11	43	+	1E+10	231212
12	,	,	12	44	,	1E+10	112232
13	-	-	13	45	-	1E+10	122132
14	.	.	14	46	.	1E+10	122231
15	/	/	15	47	/	1E+10	113222
16	0	0	16	48	0	1E+10	123122
17	1	1	17	49	1	1E+10	123221
18	2	2	18	50	2	1E+10	223211
19	3	3	19	51	3	1E+10	221132
20	4	4	20	52	4	1E+10	221231
21	5	5	21	53	5	1E+10	213212
22	6	6	22	54	6	1E+10	223112
23	7	7	23	55	7	1E+10	312131
24	8	8	24	56	8	1E+10	311222
25	9	9	25	57	9	1E+10	321122
26	:	:	26	58	:	1E+10	321221
27	;	;	27	59	;	1E+10	312212
28	<	<	28	60	<	1E+10	322112
29	=	=	29	61	=	1E+10	322211
30	>	>	30	62	>	1E+10	212123
31	?	?	31	63	?	1E+10	212321
32	@	@	32	64	@	1E+10	232121
33	A	A	33	65	A	1E+10	111323

Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character	Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
34	B	B	34	66	B	10001011000	131123
35	C	C	35	67	C	10001000110	131321
36	D	D	36	68	D	10110001000	112313
37	E	E	37	69	E	10001101000	132113
38	F	F	38	70	F	10001100010	132311
39	G	G	39	71	G	11010001000	211313
40	H	H	40	72	H	11000101000	231113
41	I	I	41	73	I	11000100010	231311
42	J	J	42	74	J	10110111000	112133
43	K	K	43	75	K	10110001110	112331
44	L	L	44	76	L	10001101110	132131
45	M	M	45	77	M	10111011000	113123
46	N	N	46	78	N	10111000110	113321
47	O	O	47	79	O	10001110110	133121
48	P	P	48	80	P	11101110110	313121
49	Q	Q	49	81	Q	11010001110	211331
50	R	R	50	82	R	11000101110	231131
51	S	S	51	83	S	11011101000	213113
52	T	T	52	84	T	11011100010	213311
53	U	U	53	85	U	11011101110	213131
54	V	V	54	86	V	11101011000	311123
55	W	W	55	87	W	11101000110	311321
56	X	X	56	88	X	11100010110	331121
57	Y	Y	57	89	Y	11101101000	312113
58	Z	Z	58	90	Z	11101100010	312311
59	[	[	59	91	[	11100011010	332111
60	\	\	60	92	\	11101111010	314111
61	]	]	61	93	]	11001000010	221411
62	^	^	62	94	^	11110001010	431111
63	_	_	63	95	_	10100110000	111224
64	NUL	`	64	96	`	10100001100	111422
65	SOH	a	65	97	a	10010110000	121124
66	STX	b	66	98	b	10010000110	121421
67	ETX	c	67	99	c	10000101100	141122
68	EOT	d	68	100	d	10000100110	141221
69	ENQ	e	69	101	e	10110010000	112214
70	ACK	f	70	102	f	10110000100	112412
71	BEL	g	71	103	g	10011010000	122114
72	BS	h	72	104	h	10011000010	122411

Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character		Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
73	HT	i	73	105	i		10000110100	142112
74	LF	j	74	106	j		10000110010	142211
75	VT	k	75	107	k		11000010010	241211
76	FF	l	76	108	l		11001010000	221114
77	CR	m	77	109	m		11110111010	413111
78	SO	n	78	110	n		11000010100	241112
79	SI	o	79	111	o		10001111010	134111
80	DLE	p	80	112	p		10100111100	111242
81	DC1	q	81	113	q		10010111100	121142
82	DC2	r	82	114	r		10010011110	121241
83	DC3	s	83	115	s		10111100100	114212
84	DC4	t	84	116	t		10011110100	124112
85	NAK	u	85	117	u		10011110010	124211
86	SYN	v	86	118	v		11110100100	411212
87	ETB	w	87	119	w		11110010100	421112
88	CAN	x	88	120	x		11110010010	421211
89	EM	y	89	121	y		11011011110	212141
90	SUB	z	90	122	z		11011110110	214121
91	ESC	{	91	123	{		11110110110	412121
92	FS	|	92	124	|		10101111000	111143
93	GS	}	93	125	}		10100011110	111341
94	RS	~	94	126	~		10001011110	131141
95	US	DEL	95	200	È		10111101000	114113
96	FNC 3	FNC 3	96	201	É		10111100010	114311
97	FNC 2	FNC 2	97	202	Ê		11110101000	411113
98	Shift B	Shift A	98	203	Ë		11110100010	411311
99	Code C	Code C	99	204	Ì		10111011110	113141
100	Code B	FNC4	Code B	205	Í		10111101110	114131
101	FNC 4	Code A	Code A	206	Î		11101011110	311141
102	FNC 1	FNC 1	FNC 1	207	Ï		11110101110	411131
103	Start Code A				208	Ð	11010000100	211412
104	Start Code B				209	Ñ	11010010000	211214
105	Start Code C				210	Ò	11010011100	211232
106	Stop (7 bars/spaces)				211	Ó	1,10001E+12	2331112
—	unused to prevent misreading				—	—	11010111000	211133

A.2 Vývojový diagram



Obrázek A33.: Vývojový diagram

A.3 Fotografie z krevního centra při testování programu



Obrázek A34.: Dětský vak



Obrázek A35.: Transfuzní přípravky



Obrázek A36.: Pracoviště při testování programu na Krevním centru ve Fakultní nemocnici Ostrava



Obrázek A37.: Ruční evidence transfuzních přípravků

ENGLISH-
Fakultní nemocnice Ostrava, Krevní centrum

Č. PŘÍPRAVKU
C2009 14 004081 00

B Rh(D) POZIT.
Ccee K-

1 TU
ERYTROCYTY
ERD RESUSPENDOVANÉ DELEUKOTIZOVANÉ

OBJEM 297 ml
hematokrit 0,55 až 0,65

Vyrobeno ze 470 ml ± 10% krve
ODEBRANÉ DO 63 ML CPD
RESUSPENDOVÁNO V 100 ML SAGM

ODEBRÁNO 13.03.2014
POUŽITELNÉ DO 24.04.2014 24:00
UCHOVÁVEJTE PŘI +2 °C až +6 °C.

O PODÁNÍ ROZHODUJE LÉKAR NEBEZPEČNÝ ODPAD UYHOVUJE V PŘEDEPSANÝCH TESTECH

Obrázek A38.: Fotografie z programu při testování 1

Fakultní nemocnice Ostrava, Krevní centrum

Č. PŘÍPRAVKU
C2009 12 771597 25

AB Rh(D) NEGAT.
Ccee kk

0.25 TU
PLAZMA
Z AFERÉZY
PA

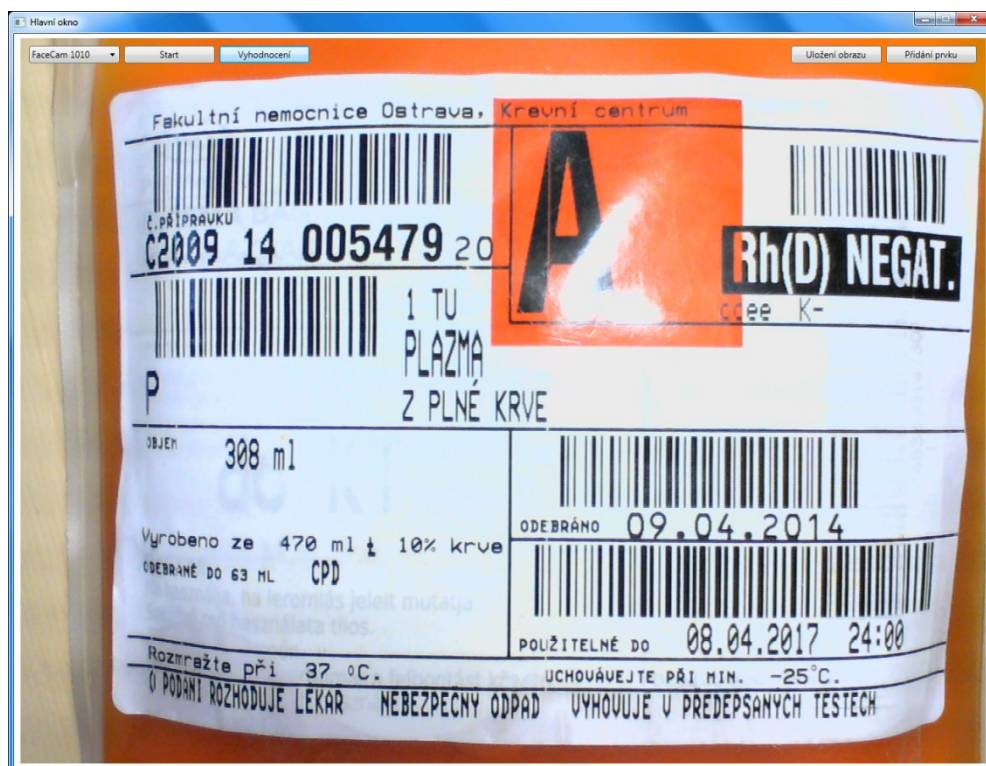
OBJEM 79 ml

POUŽIT ROZTOK NA-CITRAT

UYHOVUJE PO KARANTÉNE
Rozmrazte při 37 °C.
O PODÁNÍ ROZHODUJE LÉKAR NEBEZPEČNÝ ODPAD UYHOVUJE V PŘEDEPSANÝCH TESTECH

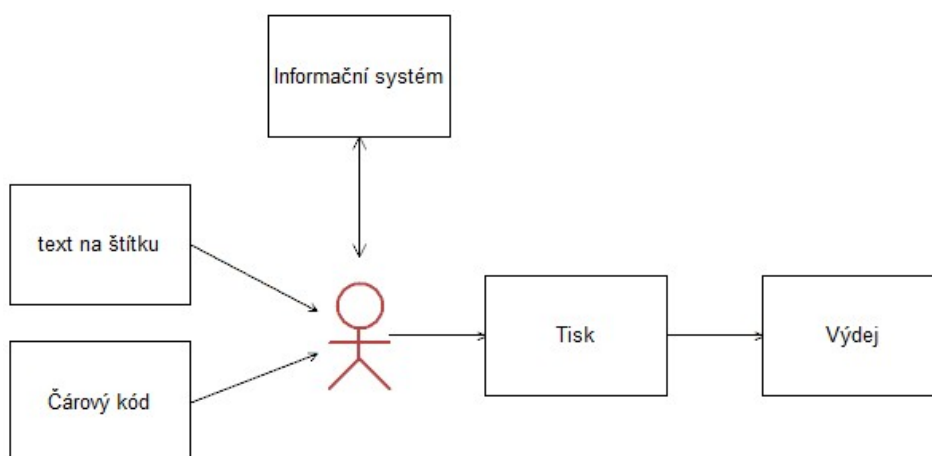
ODEBRÁNO 12.07.2012
POUŽITELNÉ DO 12.07.2015 24:00
UCHOVÁVEJTE PŘI MIN. -25°C.

Obrázek A39.: Fotografie z programu při testování 2

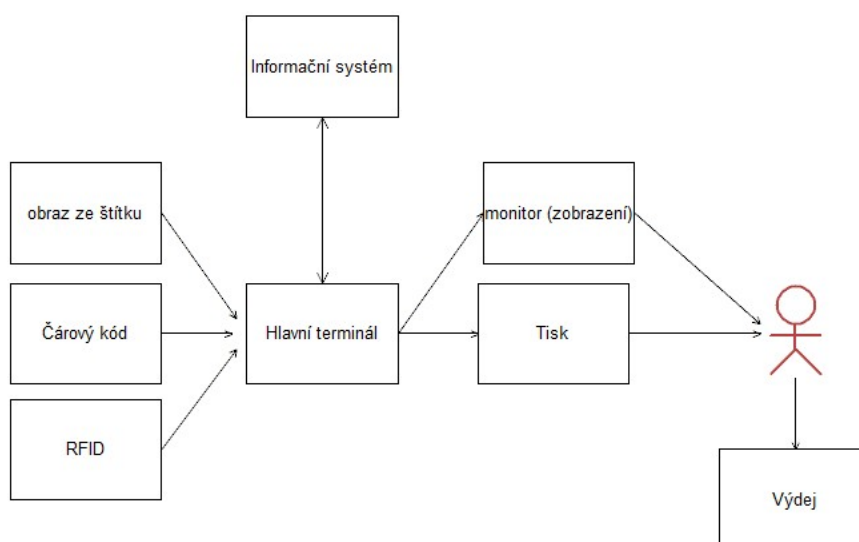


Obrázek A40.: Hlavní okno aplikace

A.4 Inspekce transfuzních přípravků



Obrázek A41.: Ruční inspekce transfuzních přípravků



Obrázek A42.: Automatická inspekce transfuzních přípravků

B.1 Čárové kódy

Kód typu 2/5 Industrial (5 čárový)



012348

Obrázek B43.: Kód typu 2/5 industrial

Kód 2/5 Industrial byl vyvinut v roce 1968 firmou Identicon Corporaiton. Jedná se o jeden z nejstarších kódů vůbec. Tento numerický kód s variabilní délkou je tvořen znakem Start, znaky 0 až 9 a znakem Stop. Každý diskretní kód je tvořen sekvencí čar, z kterých jsou tři úzké a dvě široké, tak jak to vyplývá i z názvu 2/5 Industrial. Mezery mezi čárkami nenesou žádnou informaci a tato šířka se může dokonce i lišit. Standardní poměr mezi širokou a úzkou čárkou je 3:1. Tato hodnota se může pohybovat v rozmezí 2:1 do 3:1. Doporučuje se, aby šířka mezery byla rovna šířce Modulo X. Výhodou kódu je široké toleranční pásmo od \pm (15% - 20%), což umožňuje využít pro výrobu etiket i méně přesné techniky tisku. Nevýhodou kódu je jeho nízká informační hustota na jednotku délky. Výpočet délky kódu je možné provést podle vzorce:

$$L = 2 \times R + 2 \times (2 \times P \times X + 3 \times X) + N \times (2 \times P \times X + 7 \times X) + (N + 1) \times M$$

- N - počet kódovaných znaků
- L - délka kódu včetně světlého pásma v [mm]
- X - šířka modulu v [mm]
- P - poměr čar širokých a úzkých
- M - šířka mezery v [mm] mezi diskretními kódy (obvykle tato hodnota bývá $M = X$)
- R - šířka světlého pásma (minimální hodnota je $10 \times X$)

Pokud se bude požadovat zavedení kontrolních čísel, hodnota N se o tento počet zvětší. Celková délka kódovaného řetězce bude minimálně $N + 1$ znaků. V praxi stačí počítat s jedním kontrolním znakem. Výpočet kontrolní číslice si demonstrujeme na příkladě. Uvažujeme řetězec dlouhý 5 znaků (01234) a na jednotlivé cifry můžeme např. použít váhový faktor 4. Tímto číslem násobíme znaky kódovaného řetězce. Postup bude následující:

Krok 1

Kódovaný řetězec	0 1 2 3 4
Váhový faktor 4	4 1 4 1 4
Výsledná hodnota	0 1 8 3 16

Suma hodnota

$$0 + 1 + 8 + 3 + 16 = 28$$

Krok 2

Modulo 10

$$28/10 = 2 \text{ zbytek } 8$$

Rozdíl

$$10 - 8 = 2$$

Výsledný řetězec

0 1 2 3 4 2

Tabulka B10.: Kódovací tabulka pro kód 2/5 Industrial

Kódovací tabulka					
Znak	C1	C2	C3	C4	C5
0	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	0
4	0	0	1	0	1
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1
8	1	0	0	1	0
9	0	1	0	1	0
Start	1	1	0		
Stop	1	0	1		

C1 – C5 čáry 1 – 5

1 široká čára

0 úzká čára

Kódovací tabulka definuje pravidlo řazení čar kódu. Za diskretní kód považujeme sekvenci čar konkrétního znaku. Oddělovací znaky mezi diskretními kódy nejsou jeho součástí. Příklad výstavby kódu uvádíme na následujícím obrázku.



Obrázek B44.: Příklad kódu 2/5 Industrial

Kromě kódu 2/5 Industrial existují také další typy:

- Kód 2/5 IATA (5 čárový)
- Kód 2/5 Interleaved (překrývaný 5 čárový)
- Kód 2/5 Matrix (3 čárový)
- Kód 2/5 Datalogic
- Kód 2/5 Invertovaný

Kód typu EAN



Obrázek B45.: kód typu EAN – 13

Ve vyspělých zemích, jak již bylo uvedeno, se k označování zboží pro obchodní účely využívají různé čárové kódy. S růstem počtu aplikací narůstala potřeba sjednotit kódovací systémy. V roce 1977 vzniká čárový kód EAN (Europan Article Numbering). Toto označení je aplikací v USA a Kanadě již zavedeného kódu UPC (Universal Product Code). Dnes je systém značení EAN uznaným světovým standardem. Mezinárodní nevládní organizace IANA EAN (International Article Numbering Association EAN) řídí a koordinuje používání tohoto systému. Dnes jsou členy této organizace zástupci z více než 60 zemí světa.

Čárový kód EAN je normalizován dle ČSN 9771101. EAN 13 i EAN 8 je kód numerický s pevnou délkou. Tyto kódy jsou tvořeny dvěma identickými okrajovými znaky (Start/Stop), dělicím znakem a numerickými znaky 0 až 9. Všimněme si, že jsou definovány tři kódovací tabulky: A pro lichou paritu, B a C pro sudou paritu. K zakódování numerických dat máme 30 různých kombinací. Kterou z nich si vybereme závisí na tom, jaká číslice se nám vyskytne na 13. pozici, číslováno zprava doleva. U kódu EAN 8 se vždy použije tabulka A liché parity, pro čtyři údajové znaky z pravé poloviny symbolu. Základním parametrem kódu je modulová šířka X , které definuje elementární šířku mezer i čárky. Složením čar i mezer k sobě, samozřejmě dle obsahu kódovacích tabulek, dostaneme sekvenci dvou čar a dvou mezer různých šířek. Celková šířka kódu je tedy násobek modulové šířky X a počtu elementárních znaků. EAN 13 je tvořen 112 elementárními znaky, EAN 8 je tvořen 67 elementárními znaky. Je zřejmé, že k této hodnotě musíme připočítat ještě šířku světlých pásem.

Tolerance kódu EAN je dána třemi základními hodnotami. První definujeme toleranci čárek v rámci znaku. Druhá definuje toleranci mezery a čárky v rámci znaku. Třetí definuje toleranci šířky znaku.

Výpočet kontrolního znaku na 1. pozici u kódu EAN 13 a EAN 8 se vypočítá dle následujícího postupu: sečtou se hodnoty číslic na sudých znakových místech od druhé pozice. Výslednou hodnotu vynásobíme třemi. Sečtou se hodnoty číslic na lichých znakových místech od třetí pozice. Sečtou se obě tyto hodnoty a výsledek zaokrouhlíme nahoru na celou desítku. Kontrolní číslice se bude rovnat rozdílu zaokrouhlené hodnoty a hodnoty původní.

Příklad:

Krok1

Pozice znakových míst	13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
-----------------------	-------------------------------

Kódovaný řetězec	0 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 5
------------------	---------------------------

Součet sudých pozic	$0 + 2 + 4 + 6 + 8 + 0 = 20$
---------------------	------------------------------

Násobek tří	$20 \times 3 = 60$
Součet lichých pozic	$0 + 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$
Součet obou hodnot	$60 + 25 = 85$
Zaokrouhlení	90
Rozdíl hodnot	$90 - 85 = 5$
Kontrolní pozice	5

Analogickým způsobem se provede výpočet pro kód EAN 8

Norma doporučuje 11 velikostí kódu EAN 13 a EAN 8 (SC0 až SC10), jichž nominální hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce. Základní velikost tvoří kód SC2.

Pro stanovení jmenovitých rozměrů velikosti EAN 13 platí následující zásady.

- Světlé pásmo odpovídá:
 - Sedminásobku modulové šířky doprava od tiskového pásma.
 - Jedenáctinásobku modulové šířky doleva od tiskového pásma.
 - Šířce jednoho modulu nad tiskovým pásmem.
 - Šířce jednoho modulu mezi tiskovým pásmem a řádkem číslic OCR-B.
- Vzdálenost mezi dvěma polovinami tiskového pásma kódu (šířka dělicího znaku), z nichž každá obsahuje šest znaků, odpovídá šířce 5 modulů.
- Výška číslic v písmu OCR-B odpovídá šířce osmi a jedné třetiny modulu.
- Znak na třinácté pozici je umístěn vlevo od řádku dvanácti číslic OCR-B ve vzdálenosti pěti modulů od vnější hrany levého okrajového pomocného znaku (Start znak). Šířka číslice odpovídá šířce šesti modulů.
- Okrajové a dělicí znaky jsou protaženy dolů pod údajové znaky v délce pěti modulů.

Uveďme si příklad kódu EAN 13. Je zřejmé, že základem kódu je 13 numerických znaků. Číslice na třinácté pozici určuje, podle které tabulky A nebo B bude následujících šest znaků na 12 až 7 pozici kódováno. Posledních šest znaků na pozicích 6 až 1 bude kódováno podle tabulky C. Samozřejmě nesmíme zapomenout na okrajové a dělicí znaky.

Kód EAN 8 a EAN 5



Obrázek B46.: Kód EAN 8

Pro stanovení jmenovitých rozměrů velikostí EAN 8 platí tyto zásady.

- Světlé pásmo odpovídá:
 - Sedminásobku modulové šířky doprava i doleva od tiskového pásma.

- Šířce jednoho modulu nad tiskovým pásmem.
- Šířce jednoho modulu mezi tiskovým pásmem a řádkem číslic OCR-B.
- Vzdálenost mezi dvěma polovinami tiskového pásma kódu, z nichž obsahuje čtyři údajové znaky, odpovídá šířce 5 modulů.
- Výška řádku číslic OCR-B odpovídá šířce osmi a jedné třetiny modulu.
- Okrajové a dělicí znaky jsou protaženy dolů pod údajové znaky v délce pěti modulů.

EAN 8 je zredukovaný typ kódu, který je odvozen od typu EAN 13. Je speciálně vyvinut pro malé fyzické rozměry, neboť EAN 13 byl příliš rozměrný (např.: cigarety, žvýkačky, ...). Tento kód začíná 2 nebo 3místnou GS1 příponou a poté následuje 4 nebo 5 místný datový prvek čísel a poslední číslice je kontrolní.

EAN 5 je ještě více zredukovaný kód než EAN 8 a používá se hlavně společně s kódem EAN 13 jako rozšíření (například se dává na knihy společně s kódem EAN 13, přičemž je na tomto kódu nějaká informace (např.: skladové informace) a na kódu EAN 5 je přímo cena výrobku).



Obrázek B47.: Kód EAN 5 společně s kódem EAN 13

Kód typu Codabar



B1234567890D

Obrázek B48.: kód typu Codabar

Jedná se o kód numerický s variabilní délkou. Codabar je tvořen numerickými znaky 0 až 9, šesti speciálními znaky (- \$: / . +) a čtyřmi identickými Start a Stop znaky. Každý znak je tvořen sekvencí sedmi elementů, 4 čárkami a 3 mezerami. Přičemž z toho mohou být 2 nebo 3 elementy široké a tedy 5 nebo 4 úzké. U tohoto kódu jsou definovány dva tiskové poměry mezi širokými a úzkými elementy. První definuje poměr mezi širokou/úzkou čárkou, druhý mezi širokou/úzkou mezerou. Obě tyto hodnoty se mohou pohybovat v rozmezí od 2:1 do 3:1. Pro kódy s modulovou šířkou $X < 0,5$ mm platí poměr 2,25:1. Poměr i šířka modulu musí být v rámci celého kódu konstantní. Dělicí mezera mezi diskrétními kódy je standardně rovna šířce modulu X , může však nabývat maximálně trojnásobku této hodnoty. Jako Start a Stop znak může být použit kterýkoliv z těchto znaků. Protože jsou tyto znaky přenášeny, mohou sloužit jako nosič dodatkové informace. Tolerance je funkční závislost tiskového poměru P a modulové šířky X :

$$T = \pm (5 \times P - 8) / 20 \times X \text{ [mm]}$$

Výpočet délky kódu je možné provést podle vzorce:

$$L = 2 \times R + N1 \times (2 \times X \times P + 5 \times X) + N2 \times (3 \times P \times X + 4 \times X) + (N1 + N2 - 1) \times X$$

- N1 - počet úzkých kódovaných znaků
- N2 - počet širokých kódovaných znaků
- L - délka kódu včetně světlého pásma v [mm]
- X - šířka modulu v [mm]
- P - uvažujeme stejný poměr širokých a úzkých čar a širokých a úzkých mezer (v případě variabilních poměrů bude výpočet složitější)
- M - šířka mezery v [mm] mezi diskrétními kódy (obvykle bývá $M = X$)
- R - šířka světlého pásma (minimální hodnota musí být $10 \times X$)

Výpočet kontrolního znaku se provede tak, že k jednotlivým znakům kódu, včetně Start a Stop znaků, se přiřadí referenční hodnota. Provede se součet všech hodnot a operace Modulo 16. Zbytek, který zbude, určuje hodnotu kontrolního znaku.

Příklad:

Krok 1

Kódovaný řetězec	“A0123/498B“
Referenční hodnoty	16 + 0 + 1 + 2 + 3 + 13 + 4 + 9 + 8 + 17
Součet	73

Krok 2

Modulo 16	73/16 = 4 zbytek 9
Kontrolní znak	9
Výsledný řetězec	“A0123/498B“

Kód typu Code 39 (STANDARD)



Obrázek B49.: kód typu Code 39

Kód Code 39 byl vyvinut v roce 1974 firmou Intermec. Jedná se o alfanumerický kód s variabilní délkou. Kód je tvořen znaky speciálními (*, * \$ / + %), numerickými znaky 0 až 9 a znaky celé abecedy A až Z. Start a Stop znaky jsou realizovány speciálními znakem “*“. Každý diskrétní kód

je tvořen sekvencí 5 čar a 4 mezer. Tři elementy jsou široké a šest úzkých. Mezery mezi čárkami jsou také nosičem informace. Nejmenší přístupná šířka modulu je $X = 0,19$ mm, což odpovídá kódu s velkou hustotou zápisu (High Density). Standardní poměr mezi širokým a úzkým elementem je 3:1. Tato hodnota se může pohybovat v rozmezí od 2:1 do 3:1. Pro šířku modulu $X < 0,5$ platí výjimka, minimální poměr 2,25:1. Standardní šířka mezery mezi diskrétními kódy je rovna šířce modulu X. Je přípustné, aby tato hodnota byla až třikrát větší. Toleranční pásmo je funkcí poměru P a šířky modulu X:

$$T = \pm ((4/27) \times (P - 2/3) \times X)$$

Nevýhodou kódu je jeho nízká informační hustota na jednotku délky a nízká tolerance. Výpočet délky kódu je možné provést pomocí vzorce:

$$L = 2 \times R + N \times (3 \times P \times X + 6 \times X) + 2 \times (3 \times P \times X + 6 \times X) + (N + 1) \times M$$

N	- Počet kódovaných znaků
L	- délka kódu včetně světlého pásma v [mm]
X	- šířka modulu v [mm]
P	- poměr širokých a úzkých elementů
M	- šířka mezery v [mm] mezi diskrétními kódy, obvykle to bývá $M = X$
R	- šířka světlého pásma, minimálně $10 \times X$

Výpočet kontrolního znaku u kódu Code 39 se provede jako Modulo 43. Podíváme-li se na následující kódovací tabulku, všimneme si, že znaky jsou seřazeny a očíslovány od 0 do 43. Každý kód má tedy svůj číselný ekvivalent, který se použije pro získání kontrolního znaku. Předpokládáme potřebu výpočtu kontrolního znaku řetězce "ALEF LTD.". V prvním kroku provedeme sečtení číselných ekvivalentů znaků řetězce. Ve druhém provedeme s takto získanou hodnotou operaci Modulo 43. Znakový ekvivalent vypočítané hodnoty je hledaný kontrolní znak.

Příklad:

Krok 1

Kódovaný řetězec	"ALEF LTD"
Číselný ekvivalent	$10 + 21 + 14 + 15 + 38 + 21 + 29 + 13 + 37$
Výsledná suma	188

Krok 2

Modulo 43	$188/43 = 4$ zbytek 16
Kontrolní znak	G
Výsledný řetězec	"ALEF LTD.G"

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U
V	W	X	Y	Z		
0	1	2	3	4		*
5	6	7	8	9		
SPACE	-	\$	%	.	/	+

Obrázek B50.: Tabulka s jednotlivými elementy kódu Code 39

Kódy skupiny Code 93



Obrázek B51.: Kód typu Code 93

Kód Code 93 byl vyvinut v roce 1982 firmou Intermec. Jedná se o kód alfanumerický s variabilní délkou. Tento kód je tvořen identickými znaky Start a Stop, numerickými znaky 0 až 9, 26 znaky abecedy A až Z, 7 speciálními znaky (- . \$ / + %) a 4 znaky řídicími (\$ % / +). Jedná se tedy o 43 znaků plus 4 znaky řídicí. Obdobně jako u rozšířeného Code 39 je možné kombinací základních znaků se znaky řídicími obsáhnout celou ASCII znakovou sadu. Každý znak je tvořen sekvencí 6 elementů, třemi čárkami a třemi mezerami. Také u tohoto kódu jsou mezery i čárky nosičem informace. Šířka čárky a mezery se může pohybovat celočíselně od 1 do 4 modulových šířek X, celková délka kódu je $9 \times X$. Upozorňujeme, že Stop znak je zakončen jednou úzkou čárkou, délka Stop znaku je proto $10 \times X$. Kód má vysokou informační hustotu na jednotku délky a úzké toleranční pásmo. Jsou zavedeny následující toleranční hodnoty. První definuje toleranci šířky čárky a mezery. Druhá definuje toleranci vzdálenosti mezi začátky po sobě jdoucích čar a mezer. Třetí definuje toleranci vzdálenosti mezi začátky po sobě jdoucích kódů znaku.

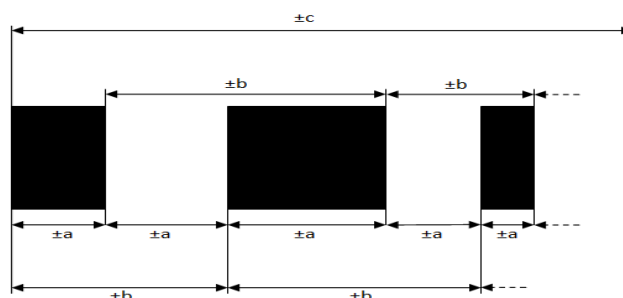
Tolerance

$$a = \pm (0,45X - 0,025) \text{ [mm]}$$

$$b = \pm (0,2X) \text{ a } c = \pm (0,2X) \text{ [mm]}$$

$$c = \pm (0,15X) \text{ a } c = \pm (0,3X) \text{ [mm]}$$

Hodnoty tolerance “b” a “c” stojí společně a jejich hodnoty musí být dodrženy v rámci celého čárového kódu



Obrázek B52.: Tolerance pro kód Code 93

Výpočet délky kódu je možné provést podle vzorce

$$L = 2 \times R + N \times 9 \times X + 2 \times 9 \times X + X$$

N - počet kódovaných znaků (včetně 2 kontrolních)

L - délka kódu včetně světlého pásma v [mm]

X - šířka modulu v [mm]

R - šířka světlého pásma (minimální hodnota musí být $10 \times X$)

U kódu Code 93 jsou definovány dva kontrolní znaky. Jejich hodnoty vypočítáme jako Modulo 47. Stejně jako u kódu Code 39 jsou znaky v kódovací tabulce seřazeny a očíslovány od 0 do 46. Pro výpočet prvního kontrolního znaku se používá váhový faktor (1, 2, ..., 20, 1, ..., 20, 1, ...) aplikovaný na kódovaný řetězec zprava doleva. Pro druhý kontrolní znak se používá váhový faktor (1, 2, ..., 15, 1, 2, ..., 15, 1, ...), aplikovaný na kódovaný řetězec přiřadíme referenční hodnoty znaků z kódovací tabulky, ohodnotíme jednotlivé znaky váhovým faktorem pro výpočet prvního kontrolního znaku. Provedeme součin odpovídající dvojic a jejich součet. S výsledkem provedeme operaci Modulo 47. Získaný zbytek určuje první kontrolní znak. Výpočet druhého kontrolního znaku probíhá analogicky.

Příklad:

Krok 1

Kódovaný řetězec

GRADA

Váhový faktor

5 4 3 2 1

Referenční hodnota

16 27 10 13 10

Součin a součet

$$(5 \times 16) + (4 \times 27) + (3 \times 10) + (2 \times 13) + (1 \times 10) = 254$$

Modulo 47

$$254/47 = 4 \text{ zbytek } 19$$

První kontrolní znak

J

Krok 2

Kódovaný řetězec

Váhový faktor

Referenční hodnota

Součin a součet

Modulo 47

První kontrolní znak

Výsledný řetězec

GRADAJ

6 5 4 3 2 1

16 27 10 13 10 19

$(6 \times 16) + (5 \times 27) + (4 \times 10) + (3 \times 13) + (2 \times 10) + (1 \times 19) = 449$

$449/47 = 9$ zbytek 26

Q

GRADAJQ

Kód typu Data Matrix



Obrázek B53.: Kód typu Data Matrix

Jedná se o další typ dvojrozměrného kódu, který umí zakódovat celou ASCII tabulku. Jedná se o čtvercový typ od velikosti 8×8 až po 144×144 . Pokud chceme větší vstupní data, tak tento kód dělíme na menší části, který obsahuje tzv. tichou zónu (jedná se o krajní levý a dolní okraj kódu). Tento okraj nenese žádnou informaci. Data Matrix obsahuje algoritmy korekce chyb (z anglického slova Reed-Solomon kód). Tento typ kódu se využívá hlavně v průmyslových úsecích (jsou jimi například označovány některé části PC). Byl vyvinut společností RVSI/Acuity SyMatrix (v dnešní době tato společnost spadá pod Siemens) v říjnu 2005.

Kód typu Kruhový kód



Obrázek B54.: Kód typu kruhový kód

Kruhový (circular) kód není další standard, ale způsob zobrazení prakticky libovolného jednorozměrného kódu nikoli jako sled čar, ale spojení těchto čar do soustředných kružnic. Výhodou je to, že poloha čtečky kódů vůči kódu může být libovolná; nevýhodou je větší nárok na místo pro záznam kódu.

C.1 Věstník

C.1.1 Obecné požadavky

Použití, kvalita a umístění štítku

Štítky konečných přípravků se umísťují na transfuzní přípravek po splnění požadavků na uvolnění přípravku pro léčebné použití. Umístěním štítku na přípravek se transfuzní přípravek propouští (uvolňuje pro výdej).

Štítek a tisk na štítku jsou z trvanlivého materiálu, odolné proti běžné zátěži při manipulacích, proti otěru a ztrátě. Údaje na štítku musí být čitelné a srozumitelné. S výjimkou údaje o zkrácení doby použitelnosti se na štítku neuvádějí rukou psané údaje. Záznam o krevní skupině (u plazmy), o dodatečně zkrácené době použitelnosti, záznamy o dodatečných výrobních manipulacích, záznam o splnění podmínek karantény, povolení aplikovat přípravek bez zkoušky slučitelnosti apod. mohou být doplněny dodatečně přelepku.

Štítky se přednostně umísťují na papírový štítek od výrobce vaku. Pokud štítek transfuzního přípravku nebo pracovní štítek pro manipulace uvnitř zařízení transfuzní služby (ZTS) přesahuje plochu původního papírového štítku výrobce, používá se materiál vhodný k umístění na plastovém obalu transfuzních přípravků.

Údaje na štítku

Na štítku transfuzního přípravku se uvádějí údaje specifikované vyhláškou Ministerstva zdravotnictví a Ministerstva zemědělství České republiky č. ČR 296/2000 Sb., kterou se stanoví správná výrobní praxe, správná distribuční praxe a bližší podmínky povolování a distribuce léčiv, včetně medikovaných krmiv, a touto normou. V uvedených případech lze použít zkratky všeobecně srozumitelné nebo specifikované touto normou.

Na konečném štítku transfuzního přípravku se uvádí:

- základní textové údaje:
 - název a sídlo výrobce (5.1.)
 - evidenční číslo přípravku (5.2.)
 - název přípravku (5.3.)
 - krevní skupina AB0, Rh(D), (viz 5.4.)
 - množství přípravku (5.6.)
 - způsob odběru a zpracování (5.8.)
 - datum odběru (5.9.)
 - doba použitelnosti (5.10.)
 - pokyny pro skladování (5.11.)
 - upozornění (5.13.)

- doplňkové textové údaje
 - další antigeny erytrocytů (5.5.)
 - údaje pro rychlou evidenci (5.7.)
 - další vyšetření (5.12.)
 - údaje výrobce vaku

- čárový kód

Na konečném štítku transfuzního přípravku se doporučuje v podobě čárového kódu uvádět:

- evidenční číslo přípravku (5.2.) - název přípravku (5.3.)
- krevní skupina AB0, Rh(D), (viz 5.4.)
- datum odběru (5.10.)

Používá se "Code 128" čárový kód ve variantě "b" ev. "c". Struktura polí, identifikační údaje a číselníky jsou standardní a jsou obsaženy v této normě ev. jejích revizích.

- další nepovinné informace

ZTS může uvést na štítku další nepovinné informace tak, aby byly zachovány požadavky na povinné údaje. Neuvádí se informace reklamního charakteru nebo informace, které by byly v rozporu se specifikací přípravku. ZTS zváží, zda nepovinné informace jsou nezbytné pro klinické použití přípravku a je vhodné je uvádět na štítku nebo zda mohou být poskytnuty jinou formou (např. na vrácené žádance o přípravek nebo přes nemocniční informační systém apod.).

C.1.2 Jednotlivé údaje

Název a sídlo výrobce

Uvádí se minimálně název ZTS včetně nemocnice (je-li ZTS součástí nemocnice) a město. Zkratka názvu ZTS musí být jednoznačně identifikovatelná, pokud se použije. Ve městech, kde se vyskytuje větší počet ZTS, se uvádí vždy další upřesňující údaj (je možno uvést i celou adresu příp. telefonní číslo)

Příklady: Transfuzní oddělení Nemocnice v Čáslavi
 Transfuzní oddělení Fakultní nemocnice v Plzni
 TO Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Evidenční číslo přípravku

Skládá se ze slovní legendy uvedené před nebo nad číslem a čísla (legendou se rozumí "č. přípravku"). Pro číslo se používá minimálně 4 mm vysoký tučný tisk.

Evidenční číslo přípravku se skládá ze 3 dílčích údajů jejichž pořadí je závazné:

- identifikace výrobce, tj. velké tiskací písmeno a čtyřmístné číslo (přidělené registrační číslo ZTS)
- pořadové číslo odběru v rámci ZTS. ZTS garantuje jedinečnost tohoto čísla během celé doby činnosti. Délka pořadového čísla odběru nepřesahuje celkem 8 číslic - a to včetně dvojmístného vročení
- označení porce z jednoho odběru, povinně dvoumístné číslo (porce vznikne rozdělením jednoho odběru na části, bez ohledu na to, zda vzniknou stejné nebo různé přípravky.

Příklad:

č. přípravku: C2002 9712345610

Čárový kód: uvádí se úplné "evidenční číslo přípravku" ve verzi bez pomlček,
Code 128 b nebo c struktura pole: &Cccccnnnnnnmm

&	identifikátor
Ccccc	registrační číslo ZTS (vždy 1 písmeno a 4 číslice)
nnnnn	pořadové číslo odběru včetně vročení, max. 8 pozic
mm	číslo porce (vždy 2 číslice)

Poznámky:

Identifikační číslo ZTS je registrační číslo výrobce, který odběr zpracovává, zajišťuje povinné kontroly a přípravek propouští.

Pořadové číslo odběru se volí podle číselné řady definované vnitřním předpisem ZTS.

Název přípravku

Na štítku se uvádí plný název tučným velkým hůlkovým písmem. Výška hlavního názvu přípravku v první řádce je minimálně 4 mm, v dalších řádcích min. 3 mm. Závazné jedno a víceřádkové názvy standardních transfuzních přípravků jsou uvedeny v C.7.3.

Čárový kód: Code 128 b nebo c, číselník v příloze 3

struktura pole: &<pqqqr nebo &<pqqqrsss

&<	identifikátory
p	druh odběru (viz číselník)
qqq	typ přípravku podle standardu (viz číselník)
r	nepovinná vyšetření
sss.....	doba použitelnosti, druh vaku a náběrového roztoku

Autologní odběry

Označení AUTOLOGNÍ ODBĚR se uvádí jako samostatný řádek názvu. Používají se tiskací, tučná písmena o minimální výšce 6 mm. Je možno dolepit barevný štítek s označením "autologní odběr" a minimální výškou písmen 6 mm.

Uvádí se identifikace dárce/příjemce, jeho příjmení, jméno, rodné číslo.

Příklad:

AUTOLOGNÍ ODBĚR

PLNÁ KREV

Dárce/příjemce: Novák Jan, rč. 460227/356

Krevní skupina AB0, Rh (D)

Schválená terminologie je A, B, AB, 0 bez číselných indexů a Rh(D) POZIT. nebo Rh(D) NEG. Pokud je znak "D" přítomen ve variantní nebo slabé podobě, označuje se přípravek Rh(D) POZIT.

Výška pole vyplněného označením krevní skupiny v AB0 je minimálně 20 mm. Výška a šířka pole vyhrazeného pro krevní skupinu AB určuje maximální rozměry plochy rezervované pro krevní skupinu (poměr výšky k šířce pole cca 3 : 2). Samostatný znak A nebo B nemusí dosahovat šířku označení AB. Tloušťka písmen je minimálně 2 mm. Výška pole pro Rh(D) je min. 5 mm, výška písmen min. 4 mm.

Používají se:

- plná černá velká tiskací písmena A, B, AB, 0 a Rh(D) POZIT.,
- inverzní tiskací písmena Rh(D) NEGAT. (bílá písmena v černém poli)

Čárový kód: Code 128 b, číselník dle přílohy 4

struktura pole: &%gg výhledově &%gghj

&%	identifikátory
gg	krevní skupina v AB0, Rh(D) podle číselníku (příloha 4)
hj	další antigenní systémy erytrocytů

Poznámka:

Při vyšetření znaku Rh(D) se používá techniky schopné zachytit i slabé nebo variantní D. Při nálezu slabého nebo variantního Rh(D) se transfuzní přípravek označuje jako Rh(D) POZIT.

Další antigeny erytrocytů

Uvádějí se pod označením krevní skupiny bez slovní legendy. Uvádějí se vyšetřené antigeny erytrocytů. Používají se zkratky podle názvosloví ISBT (Vox Sang. 1995, 65, 265 až 279, Blood group terminology 1995), pouze pro lepší přehlednost se horní indexy s přiřazenými znaky + a - podle výsledku vyšetření umístí do závorek za označení lokusu.

V systému RH se uvádějí následující možnosti: CCEE CCee CCee Ccee ccee ccEe ccEE CcEE nebo CcEe. V systému KELL se uvádějí možnosti: KK Kk kk. Mezi jednotlivými systémy je mezera. Pokud nebyla ověřována přítomnost obou alel daného lokusu zapisuje se pouze výsledek provedeného vyšetření v podobě zkratky a znaménko + či - resp. "neg" (o nevyšetřené alele se záznam neprovádí).

Příklad:

CcEe Kk Fy(a+b-) Jk(a+b+)
CCEe Cw+ Kneg.

Poznámka:

Údaje dle bodu 2.5. se na štítku uvádějí až poté, kdy byly u dárce ověřeny alespoň ze dvou různých odběrů

Množství

Skládá se ze slovní legendy a číselných údajů s měrnou jednotkou. Objem se uvádí v ml (míra požadované přesnosti je uvedena v příloze 2), zároveň se uvádějí garantované parametry obsahu. Příklady pro jednotlivé transfuzní přípravky uvádí příloha 7.2.

Zkratky

Pro rychlou a jednotnou evidenci mohou být na transfuzním přípravku uvedeny standardní zkratky názvu, zkratka se tvoří z prvních písmen významných slov názvu přípravku (podle přílohy 1). Velikost písma zkratky nesmí být větší než písmo použité pro název přípravku.

Evidenční množství

Množství přípravku může být rovněž uvedeno v "transfuzních jednotkách" (T.U.). U přípravků z aferézy se množství buď převádí na T.U. nebo se uvede jako počet kusů přípravku (odpovídá jedné aferéze).

Poznámka:

T.U. představuje množství přípravku připravené z jednoho standardního odběru plné krve

Způsob odběru a zpracování

(včetně údajů o použitých roztocích)

Na štítku přípravků vyrobených z odběru plné krve (včetně plné krve) se uvádí stejný text:

Vyrobena ze ... ml \pm 10% krve nebo Vyrobena z ml krve (doplní se požadovaný objem krve, deklarovaný výrobcem na štítku vaku)

odebrané do ml (doplní se objem a druh antikoagulačního roztoku; druh roztoku se označí standardní zkratkou použitého roztoku)

U resuspendovaných či promytých a resuspendovaných přípravků se uvádí:

Resuspendováno v .. ml (doplní se objem a druh použitého resuspenzního roztoku)

Pro specifikaci roztoků se používají standardní zkratky ACD, CPD, ACD-A, CPDA-1, SAGM, AS-3, 0,9% NaCl, složení těchto roztoků se nerozepisuje.

Příklady:

Vyrobena ze 450 ml \pm 10% krve odebrané do 63 ml CPD (může být použit záznam: +/-)

Vyrobena z 405 - 495 ml krve odebrané do 63 ml CPD

Resuspendováno v 85 ml SAGM ev. Resuspendováno ve 100 ml 0,9 % NaCl

Pokud byl transfuzní přípravek připraven z více jednotlivých odběrů, uvádí se počet výchozích odběrů ve směsi.

Příklad:

Vyrobena z 5 odběrů, každý ze 450 ml krve odebrané do 63 ml ACD-A.

Poznámka:

Volí se takový systém značení transfuzních přípravků z více odběrů, který umožňuje identifikaci jednotlivých výchozích odběrů.

Na štítku přípravků vyrobených technikou aferézy se uvádí zkratka použitého standardního roztoku nebo se vyjmenují chemikálie obsažené v roztoku použitém při afereze.

Příklady:

Použit roztok ACD

Použit roztok obsahující citronan sodný

Na štítku plazmy pro klinické použití se v případě vyhovujícího výsledku vyšetření ukazatelů infekčních onemocnění (anti-HIV 1/2, HBsAg, anti-HCV, syfilis) z nového odběru dárce po předepsané době karantény uvádí: "Vyhovuje po karanténě"

Datum odběru

Skládá se ze slovní legendy a data (legendou se rozumí "odebráno: ").

Datum se uvádí v pořadí den, měsíc, rok. Výška tisku je minimálně 2,5 mm a je nižší než je tisk použitý u doby použitelnosti.

Příklad:

Odebráno 1.6.1996

Čárový kód: Code 128 b

struktura pole: &*yyyddd

&*	identifikátory
yyyy	čtyřčíslí roku
ddd	pořadové číslo dne odběru v roce (juliánský kalendář)

Doba použitelnosti

Skládá se ze slovní legendy a data (legendou se rozumí "použitelné do").

Datum se uvádí v pořadí den, měsíc, rok. Výška tisku je minimálně 4 mm. Je-li třeba doplnit hodinu, přednostně se používá digitální formát

Příklad:

Použitelné do 2.6.1996 17:30

Pokud se doba použitelnosti zkracuje (filtrace, promytí, dělení, ozáření a pod.), údaj na štítku se upravuje podle způsobu výroby a skladování. Je přípustný ruční záznam.

Poznámka:

Doba použitelnosti se stanoví v závislosti na typu přípravku a použitém odběrovém materiálu a pracovním postupu tak, že den odběru se označuje jako den "0" a datum uvedené na štítku uvádí den, kdy je přípravek možné nejpozději podat.

Pokyny pro skladování

Skládají se ze slovní legendy a uvedené teploty (legendou se rozumí "Uchovávejte při"). Na štítku přípravků s trombocyty se uvádí: "Třepejte". Na štítku plazmy pro klinické použití se uvádí: "Rozmražte při 37 °C"

Příklad:

uchovávejte při 2°C až 6°C (4°C + 2°C)

nebo Uchovávejte při méně než -30°C (při -25°C až -30°C)

nebo uchovávejte při méně než -30°C (při -25°C až -30°C)

Další vyšetření

Další provedená vyšetření např. ukazatelů infekčních onemocnění nebo tkáňových znaků se uvádějí pod krevní skupinou pod údaji o vyšetření antigenů erytrocytů (viz odst. 2.5.) bez slovní legendy. Používají se jen obecně známé a srozumitelné zkratky (anti-CMV neg., anti-HBc neg. a pod.).

Upozornění

Doporučuje se uvést text: "Vyhovuje v předepsaných testech"

Uvádí se text: "O podání rozhoduje lékař" a "Nebezpečný odpad"

Umístění údajů na štítku

Jednotlivé údaje na štítku se umísťují podle následujícího schématu:

5.1		

5.2.	/	5.4.
		/
	/	5.5.
5.7.		5.12.

5.3.		

5.6	/	5.9.
		/ 5.10.
5.8.	/	5.11.
(5.11.)	/	

5.13.		
další nepovinné údaje		

C.1.3 Popis čárových kódů na štítku

Názvy transfuzních přípravků

<u>plný název</u>	<u>zkratka</u>
PLNÁ KREV	PK
ERYTROCITY	E
ERYTROCITY BEZ BUFFY-COATU	EB
ERYTROCITY RESUSPENDOVANÉ	ER
ERYTROCITY BEZ BUFFY-COATU RESUSPENDOVANÉ	EBR
ERYTROCITY PROMYTÉ	EP
ERYTROCITY DELEUKOTIZOVANÉ	ED
ERYTROCITY RESUSPENDOVANÉ DELEUKOTIZOVANÉ	ERD
ERYTROCITY Z AFERÉZY RESUSPENDOVANÉ	EAR
ERYTROCITY Z AFERÉZY DELEUKOTIZOVANÉ	EAD
ERYTROCITY KRYOKONZERVOVANÉ	EK
ERYTROCITY Z AFERÉZY KRYOKONZERVOVANÉ	EAK
TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE (Z 1 ODBĚRU)	TPK
TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE SMĚSNÉ	TPKS
TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE SMĚSNÉ DELEUKOTIZOVANÉ	TPKSD
TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU (Z 1 ODBĚRU)	TB
TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU SMĚSNÉ	TBS
TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU SMĚSNÉ DELEUKOTIZOVANÉ	TBSD
TROMBOCYTY Z AFEREZY	TA
TROMBOCYTY Z AFEREZY OCHUZENÉ O LEUKOCYTY	TAO
TROMBOCYTY Z AFEREZY DELEUKOTIZOVANÉ	TAD
PLAZMA Z PLNÉ KRVE	P
PLAZMA Z AFEREZY	PA
K-PLAZMA	KP
KRYOPROTEIN	KRYO
KRYOPROTEIN SMĚSNÝ	KRYOS
GRANULOCYTY Z PLNÉ KRVE (Z 1 ODBĚRU)	GPK
GRANULOCYTY Z AFERÉZY	GA
PROGENITOROVÉ HEMOPOETICKÉ BUŇKY	PBPC

Poznámky:

pojmem Z PLNÉ KRVE, Z BUFFY-COATU, BEZ BUFFY-COATU, Z AFERÉZY se
vyznačuje způsob odběru ev. přípravy

u jednotlivých přípravků se v poslední řádce doplňují tyto specifikace:
Z 1 ODBĚRU, SMĚSNÉ, DELEUKOTIZOVANÉ, PROMYTÉ, RESUSPENDOVANÉ, OCHUZE-
NÉ O LEUKOCYTY a pod.

dodatečné úpravy je možno označit dolepením dodatečného štítku (dodatek k názvu a datum změna doby použitelnosti). Ozáření přípravku se označí textem "OZÁŘENO" nebo "IRRADIATED"

text "AUTOLOGNÍ ODBĚR" se používá jako doplněk k hlavnímu názvu

Údaje o množství a obsahu jednotlivých transfuzních přípravků

PLNÁ KREV - uvádí celkový objem v ml (včetně antikoagulačního roztoku) s přesností na 10 % zaokrouhlený na desítky mililitrů a v druhém řádku minimální garantovaný hematokrit.

Příklad:

objem 510 ml
hematokrit > 0,33

ERYTROCYTY BEZ BUFFY-COATU RESUSPENDOVANÉ - Uvádí se objem v ml odvozený z hmotnosti s přesností na 10 % zaokrouhlený na desítky ml a v druhé řádce garantované rozmezí hematokritu.

Příklad:

objem 340 ml
hematokrit 0,55 až 0,65

ERYTROCYTY KRYOKONZERVOVANÉ a ERYTROCYTY z AFERÉZY KRYOKONZERVOVANÉ - Uvádí se objem v ml odvozený z hmotnosti s přesností na 10 % zaokrouhlený na desítky ml a v druhé řádce garantované rozmezí hematokritu.

Příklad:

objem 190 ml
hematokrit 0,65 až 0,75

ERYTROCYTY PROMYTÉ - Uvádí se objem v ml odvozený z hmotnosti s přesností na 10 % zaokrouhlený na desítky ml a v druhé řádce garantované rozmezí hematokritu.

Příklad:

objem 300 ml
hematokrit 0,65 až 0,75

TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE SMĚSNÉ - Uvádí se průměrný objem v ml odvozený z hmotnosti, zaokrouhlený na desítky ml a v druhé řádce garantovaný obsah trombocytů v balení.

Příklad:

objem 100 ml

$>100 \cdot 10^9$ trombocytů

TROMBOCYTY Z AFEREZY OCHUZENÉ O LEUKOCYTY - Uvádí se objem v ml odvozený z hmotnosti, zaokrouhlený na desítky ml a v druhé řádce garantovaný nebo zjištěný obsah trombocytů v balení.

Příklad:

objem 250 ml

$240 \cdot 10^9$ trombocytů

PLAZMA Z PLNÉ KRVE - Uvádí se objem v ml odvozený z hmotnosti (u klinické plazmy objem zaokrouhlený na desítky ml, u plazmy pro průmysl objem s přesností, kterou stanoví smlouva se zpracovatelem).

Příklad:

220 ml

U neuvedených a nestandardních přípravků se uvádějí údaje analogicky.

Poznámka:

Garantovaným rozmezím hematokritu nebo garantovaným obsahem trombocytů ap. se rozumí hodnota dosahovaná v 75 % kontrolovaných přípravků.

Koeficient přepočtu hmotnosti na objem:

krev bez protisrážlivého roztoku (při hematokritu 0,40):	1056 g/l
plná krev (při hematokritu 0,35):	1052 g/l
erytocyty (při hematokritu 0,70):	1078 g/l
erytocyty resuspendované (při hematokritu 0,60):	1070 g/l
trmbocyty (při $60 \cdot 10^9$ trombocytů v 50 ml):	1031 g/l
plazma:	1026 g/l

Číselník přípravků

Čárový kód: Code 128 b

struktura pole: &<pqqqr nebo &<pqqqrsss

&<	identifikátory
p	druh odběru (viz číselník)
qqq	typ přípravku podle standardu (viz číselník)
r	nepovinná vyšetření
sss	dobu použitelnosti, druh vaku a náběrového roztoku

"p"

- 0 z odběru plné krve
- 1 z odběrů plné krve směsný
- 2 z aferézy
- 5 autotransfuze z plné krve
- 6 autotransfuze z aferézy

"qqq"

- 100 PLNÁ KREV
- 110 ERYTROCITY
- 111 ERYTROCITY BEZ BUFFY-COATU
- 120 ERYTROCITY RESUSPENDOVANÉ
- 121 ERYTROCITY BEZ BUFFY-COATU RESUSPENDOVANÉ
- 130 ERYTROCITY PROMYTÉ
- 112 ERYTROCITY DELEUKOTIZOVANÉ
- 122 ERYTROCITY RESUSPENDOVANÉ DELEUKOTIZOVANÉ
- 151 ERYTROCITY Z AFEREZY RESUSPENDOVANÉ
- 152 ERYTROCITY Z AFEREZY DELEUKOTIZOVANÉ
- 161 ERYTROCITY KRYOKONZERVOVANÉ
- 162 ERYTROCITY Z AFEREZY KRYOKONZERVOVANÉ
- 200 TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE (Z 1 ODBĚRU)
- 205 TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE SMĚSNÉ
- 207 TROMBOCYTY Z PLNÉ KRVE SMĚSNÉ DELEUKOTIZOVANÉ
- 210 TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU (Z 1 ODBĚRU)
- 215 TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU SMĚSNÉ
- 217 TROMBOCYTY Z BUFFY-COATU SMĚSNÉ DELEUKOTIZOVANÉ
- 250 TROMBOCYTY Z AFEREZY
- 251 TROMBOCYTY Z AFEREZY OCHUZENÉ O LEUKOCYTY
- 252 TROMBOCYTY Z AFEREZY DELEUKOTIZOVANÉ
- 300 PLAZMA Z PLNÉ KRVE
- 350 PLAZMA Z AFEREZY
- 320 K-PLAZMA
- 330 KRYOPROTEIN
- 335 KRYOPROTEIN SMĚSNÝ
- 410 GRANULOCYTY Z PLNÉ KRVE (Z 1 ODBĚRU)
- 450 GRANULOCYTY Z AFERÉZY

500 PROGENITOROVÉ HEMOPOETICKÉ BUŇKY
999 DOPOSUD NESTANDARDIZOVANÝ PŘÍPRAVEK

"r"

- 0 standardně vyšetřený přípravek
- 1 rozšířená typizace erytrocytárních znaků
- 2 HLA typizováno
- 3 rozšířená typizace erytrocytárních znaků + HLA typizace
- 5 CMV negativní
- 6 rozšířená typizace erytrocytárních znaků + CMV negativní
- 7 HLA typizace + CMV negativní
- 8 rozšířená typizace erytrocytárních znaků + HLA typizace + CMV negativní

"sss" (rezervované pozice, číselník bude dopracován)

000 prozatímní zápis

Číselník krevních skupin

Čárový kód: Code 128 b nebo c, číselník dle přílohy 7.4

struktura pole: &%gg výhledově &%gghj

&%	identifikátory
gg	krevní skupina v AB0, Rh(D) podle číselníku
hj	další antigenní systémy erytrocytů

"gg" krevní skupina

- 55 0 Rh(D) nespecifikováno
- 66 A Rh(D) nespecifikováno
- 77 B Rh(D) nespecifikováno
- 88 AB Rh(D) nespecifikováno
- 51 0 Rh(D) pozit.
- 62 A Rh(D) pozit.
- 73 B Rh(D) pozit.
- 84 AB Rh(D) pozit.
- 95 0 Rh(D) neg.
- 06 A Rh(D) neg.
- 17 B Rh(D) neg.
- 28 AB Rh(D) neg.